ZXR10　T600/T1200（V2.6.03）

电信级高端路由器

用户手册

（上册）

中兴通讯股份有限公司

ZXR10　T600/T1200（V2.6.03）电信级高端路由器
用户手册（上册）

资料版本　　20070715-R1.0
产品版本　　V2.6.03

策　　划　中兴通讯学院　文档开发部

编　　著　王建国 朱民 秦臻均 虞成军

审　　核　虞成军

测　　试　董　婷

*　*　*　*

中兴通讯股份有限公司

地址：深圳市高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦

邮编：518057

技术支持网站：http://support.zte.com.cn

客户支持中心热线：（0755）26770800　　800-830-1118

传真：（0755）26770801

E-mail：doc@zte.com.cn

*　*　*　*

编号：sjzl20071743

声　明

本产品符合关于环境保护和人身安全方面的设计要求，产品的存放、使用和弃置应遵照产品手册、相关合同或相关国法律、法规的要求进行。

由于产品和技术的不断更新、完善，本资料中的内容可能与实际产品不完全相符，敬请谅解。如需查询产品的更新情况，请联系当地办事处。

若需了解最新的资料信息，请访问网站 **http://support.zte.com.cn**

FAX：0755-26772236

意见反馈表

为提高中兴通讯用户资料的质量，更好地为您服务，希望您在百忙之中提出您的建议和意见，并请传真至：0755-26772236，或邮寄至：深圳市高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦中兴通讯学院文档开发部收，邮编：518057，邮箱：doc@zte.com.cn。对于有价值的建议和意见，我们将给予奖励。

<table>
<tr><td>资料名称</td><td colspan="6">ZXR10　T600/T1200（V2.6.03）电信级高端路由器用户手册（上册）</td></tr>
<tr><td>产品版本</td><td colspan="2">V2.6.03</td><td>资料版本</td><td colspan="3">20070715-R1.0</td></tr>
<tr><td colspan="2">您单位安装该设备的时间</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td colspan="7">为了能够及时与您联系，请填写以下有关您的信息</td></tr>
<tr><td>姓名</td><td></td><td>单位名称</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>邮编</td><td></td><td>单位地址</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>电话</td><td colspan="2"></td><td>E-mail</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td rowspan="9">您对本资料的评价</td><td></td><td>好</td><td>较好</td><td>一般</td><td>较差</td><td>差</td></tr>
<tr><td>总体满意</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>工作指导</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>查阅方便</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>内容正确</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>内容完整</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>结构合理</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>图表说明</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>通俗易懂</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="9">您对本资料的改进建议</td><td></td><td colspan="5">详细说明</td></tr>
<tr><td>内容结构</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>内容详细</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>内容深度</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>表达简洁</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>增加图形</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>增加实例</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>增加 FAQ</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>其　　他</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>您对中兴通讯用户资料的其他建议</td><td colspan="6"></td></tr>
</table>

前　言

手册说明

本手册为《ZXR10　T600/T1200（V2.6.03）电信级高端路由器用户手册（上册）》，适用于 ZXR10　T600/T1200（V2.6.03）电信级高端路由器（简称 ZXR10　T600/T1200）。ZXR10　T600/T1200 的配套手册有：

- 《19 英寸标准机柜安装手册》
- 《ZXR10　T600/T1200（V2.6.03）电信级高端路由器安装手册》
- 《ZXR10　T600/T1200（V2.6.03）电信级高端路由器用户手册（上册）》
- 《ZXR10　T600/T1200（V2.6.03）电信级高端路由器用户手册（下册）》
- 《ZXR10　路由器/以太网交换机命令手册（命令索引分册）》
- 《ZXR10　路由器/以太网交换机命令手册（系统管理分册）》
- 《ZXR10　路由器/以太网交换机命令手册（功能体系分册一）》
- 《ZXR10　路由器/以太网交换机命令手册（功能体系分册二）》
- 《ZXR10　路由器/以太网交换机命令手册（功能体系分册三）》
- 《ZXR10　路由器/以太网交换机命令手册（功能体系分册四）》
- 《ZXR10　路由器/以太网交换机命令手册（协议栈分册一）》
- 《ZXR10　路由器/以太网交换机命令手册（协议栈分册二）》
- 《ZXR10　路由器/以太网交换机命令手册（协议栈分册三）》
- 《ZXR10　路由器/以太网交换机信息手册》

ZXR10　T600/T1200（V2.6.03）电信级高端路由器支持的命令是基于统一平台 ZXROS V4.6.03 版本。

内容介绍

本手册共有 23 章，1 个附录。

章名	概要
第 1 章　安全说明	本章介绍安全说明和符号说明。
第 2 章　系统介绍	本章对 ZXR10　T600/T1200 进行了整体介绍，具体描述了 ZXR10　T600/T1200 提供的丰富的软硬件功能。

章名	概要
第 3 章　结构和原理	本章介绍了 ZXR10　T600/T1200 电信级高端路由器路由器的结构和原理，并对系统的各个模块进行了详细的描述。
第 4 章　使用和操作	本章介绍了 ZXR10　T600/T1200 的常见配置方法，命令模式，以及命令行的使用。
第 5 章　系统管理	本章介绍了 ZXR10　T600/T12008 的系统管理，详细描述了 ZXR10　T600/T1200 的文件系统及其操作，并对版本升级进行了详细说明。
第 6 章　接口配置	本章详细介绍了 ZXR10　T600/T1200 上各种类型的接口以及各自的配置，并提供了许多与其他设备对接的实例。
第 7 章　SMARTGROUP配置	本章介绍了 SMARTGROUP 及其在 ZXR10　T600/T1200 上的相关配置。
第 8 章　SuperVLAN配置	本章介绍了 SuperVlan 及在 ZXR10　T600/T1200 上的相关配置。
第 9 章　链路协议配置	本章介绍了链路协议 PPP 及在 ZXR10　T600/T1200 上的相关配置。
第 10 章　网络协议配置	本章介绍了 IP 地址和 ARP 协议及其在 ZXR10　T600/T1200 上的相关配置。
第 11 章　静态路由配置	本章介绍了静态路由及在 ZXR10　T600/T1200 上的相关配置。
第 12 章　RIP配置	本章介绍了 RIP 协议及在 ZXR10　T600/T1200 上的相关配置。
第 13 章　OSPF配置	本章介绍了 OSPF 协议及在 ZXR10　T600/T1200 上的相关配置。
第 14 章　IS-IS配置	本章介绍了 IS-IS 协议及在 ZXR10　T600/T1200 上的相关配置。
第 15 章　BGP配置	本章介绍了 BGP 协议及在 ZXR10　T600/T1200 上的相关配置。
第 16 章　策略路由配置	本章介绍了策略路由及在 ZXR10　T600/T1200 上的相关配置。
第 17 章　MPLS配置	本章介绍了 MPLS 技术及在 ZXR10　T600/T1200 上的相关配置。
第 18 章　MPLS VPN配置	本章介绍了 MPLS VPN 技术及在 ZXR10　T600/T1200 上的相关配置。
第 19 章　VPLS配置	本章介绍了 VPLS 及在 ZXR10　T600/T1200 上的相关配置。
第 20 章VPLS vlan-tag配置	本章介绍了 VPLS vlan-tag 及在 ZXR10　T600/T1200 上的相关配置。
第 21 章　VPLS-CAR配置	本章介绍了 VPLS-CAR 及在 ZXR10　T600/T1200 上的相关配置。

章名	概要
第 22 章　VPWS配置	本章介绍了 VPWS 及在 ZXR10　T600/T1200 上的相关配置。
第 23 章　CLI权限分级配置	本章介绍了 CLI 权限分级在 ZXR10　T600/T1200 上的相关配置。
附录A　缩略语	介绍了手册中所有的缩略语及其全称。

本书约定

1． 符号约定

带尖括号“＜ ＞”表示键名、按钮名以及操作员从终端输入的信息；带方括号“[ ]”表示人机界面、菜单条、数据表和字段名等，多级菜单用“→”隔开。如［文件→新建→文件夹］多级菜单表示［文件］菜单下的［新建］子菜单下的［文件夹］菜单项。

2． 鼠标操作约定

格式	意义
单击	快速按下并释放鼠标的左键
双击	连续两次快速按下并释放鼠标的左键
右击	快速按下并释放鼠标的右键
拖动	按住鼠标的左键不放，移动鼠标

3． 键盘操作约定

格式	意义
加尖括号的字符	表示键名、按钮名。如＜Enter＞、＜Tab＞、＜Backspace＞、＜a＞等分别表示回车、制表、退格、小写字母 a
＜键 1+键 2＞	表示在键盘上同时按下几个键。如＜Ctrl+Alt+A＞表示同时按下“Ctrl”、“Alt”、“A”这三个键
＜键 1，键 2＞	表示先按第一键，释放，再按第二键。如＜Alt，F＞表示先按＜Alt＞键，释放后，紧接着再按＜F＞键

4． 标志

本书采用四个醒目标志来表示在操作过程中应该特别注意的地方。

注意、小心、警告、危险：提醒操作中应注意的事项。

目　录

图目录

表目录

第1章 安全说明

摘要

本章介绍安全说明和符号说明。

1.1 安全说明

本设备中存在高温和高压，只有经过培训合格的专业人员才能进行安装、操作和维护。

在设备安装、操作和维护中，必须遵守所在地的安全规范和相关操作规程，否则可能会导致人身伤害或设备损坏。手册中提到的安全注意事项只作为当地安全规范的补充。

中兴通讯不承担任何因违反通用安全操作要求或违反设计、生产和使用设备安全标准而造成的责任。

1.2 符号说明

对 ZXR10　T600/T1200 进行配置操作时需要注意的一些内容，采用如下格式进行说明。



注意：

配置操作注意事项。



说明、提示、小窍门……

配置操作的说明、提示、小窍门等。

第2章 系统介绍

摘要

本章对 ZXR10　T600/T1200 进行了整体介绍，具体描述了 ZXR10　T600/T1200 提供的丰富的软硬件功能。

2.1 产品概述

随着 Internet 的爆炸性增长，Internet 上的 IP 业务不再局限于单纯的数据业务，语音和视频等多种增值业务也正在蓬勃发展，这些需求对传统的路由器提出了更高的要求。

运营商不再单纯追求路由器线路接口速率和数据处理能力的提高来满足带宽增长的需求，还要求路由器能作为运行 Internet 网络增值业务的可扩展的基础设备，满足网络运营商不断推出网络业务来获取运营利润的实际需求。这些需求均要求路由器具有可运行、可管理、可定制、可扩展的特点。

秉承丰富的电信级通信产品研发和生产经验，中兴通讯设计生产了 ZXR10 T600/T1200 电信级高端路由器。该路由器采用模块化的结构设计，能够提供多种类型的业务接口，系统的关键模块采用 1：1 的冗余设计，使系统更加安全可靠，高速网络处理器技术结合行之有效的软件技术实现了快速路由策略，是组建汇聚、接入、企业网等网络的首选产品，是 ISP 提供综合业务的基础平台。

ZXR10　T600 的正面面板图和背面面板图，如 图 2.1-1和 图 2.1-2所示。



图2.1-1　ZXR10　T600 正面面板图



图2.1-2　ZXR10　T600 背面面板图

ZXR10　T1200 的正面面板图和背面面板图，如 图 2.1-3和 图 2.1-4所示。



图2.1-3　ZXR10　T1200 正面面板图



图2.1-4 ZXR10 T1200 背面面板图

2.2 功能介绍

ZXR10　T600/T1200 满足企业网络和运营商网络的汇聚层和骨干层的应用。系统采用模块化的设计思想。通过模块的灵活配置，以适应各种应用环境和用户的需求。系统的关键模块采用 1：1 的冗余设计，使系统更加安全可靠和易扩展，方便用户配置。

ZXR10　T600/T1200 机箱共有 8/16 个接口板插槽，具有丰富的接口类型，其支持的接口板有：

- 1 端口 POS 2.5G 接口板（NPCH）
- 4 端口 POS 622M 接口板（NPCH）
- 8 端口 POS 155M 接口板（NPCH）
- 1 端口通道化 CP3 接口板（NPCH）
- 2 端口 ATM 622M 接口板（NPCH）
- 8 端口 ATM 155M 接口板（NPCH）
- 4 端口 ATM 155M 接口板（NPCH）
- 4 端口 SFP 千兆以太网接口板（NPCH）
- 2 端口 SFP 千兆以太网接口板（NPCH）
- 4 端口 GBIC 千兆以太网接口板（NPCH）
- 16 端口 10/100Base 接口板（NPCH）
- 16 端口 10/100Base 光接口板（NPCH）
- 10 端口 SFP 千兆以太网接口板（NPCIX）
- 4 端口 POS 2.5G 接口板（NPCIX）
- 1 端口 POS 10G 接口板（NPCIX）
- 1 端口 10G 以太网接口板（NPCIX）

软件方面，ZXR10　T600/T1200 采用了中兴通讯拥有完全自主知识产权的网络操作系统（ZXROS）平台，具有强大的协议支持功能，支持的协议和标准有：

- 链路层协议：PPP，MPPP，ARP
- 网络层协议：IP，ICMP，V-SWITCH，SMARTGROUP
- 传输层协议：TCP，UDP

- 路由协议：RIP v1/v2，OSPF v2，BGP4，IS-IS
- 支持 IPV6 协议
- 支持 RIPng，OSPF v3，BGP4+，IS-IS6 路由协议
- 支持 MPLS/VPN，VPWS，VPLS ，QOS，RSVP TE，策略路由，负荷分担功能
- 隧道协议：GRE
- 应用层协议：Telnet，FTP，TFTP
- 网络层控制应用：NAT，ACL，URPF
- 网管协议：SNMP v1/v2/v3，RMON v1，NTP

2.3 技术特性和参数

- 尺寸（宽× 高× 深），单位 mm

  ZXR10 T600： 483（宽）×887（高）×556（深）

  ZXR10 T1200：483（宽）×1422（高）×556（深）

- 环境温、湿度要求

  工作温度：0℃~＋45℃（推荐使用温度：＋15℃~＋30℃）

  储存温度：-10℃~＋70℃

  相对湿度：10％~90％RH

- 电源要求

  电源为ZXR10 T600/T1200 必选组件。ZXR10 T600/T1200 对电源要求如表 2.3-1所示。

表2.3-1 ZXR10 T600/T1200 电源环境要求

	ZXR10 T600	ZXR10 T1200
满配置功率	交流<1600W 直流<1500W	交流<2600W 直流<2500W
直流供电	正常电压：-48V 允许电压范围：-57V~-40V	正常电压：-48V 允许电压范围：-57V~-40V
交流供电	允许电压范围：100VAC~240VAC	允许电压范围：100VAC~240VAC

	最大输入电流：15A 频率：47~60Hz	最大输入电流：25A 频率：47~60Hz

- 接地电阻要求

ZXR10　T600/T1200 所在机房的联合接地的接地电阻值<5Ω。

- 使用场所的海拔高度

ZXR10　T600/T1200 使用场所的海拔高度：不限。

- 所有单板均支持热插拔

2.3.1 系统性能指标

- 背板交换能力

ZXR10　T600 的背板交换能力为：320Gbps，无阻塞交换

ZXR10　T1200 的背板交换能力为：640Gbps，无阻塞交换

- 报文转发速率

对于 64 字节大小的报文：

ZXR10　T600 的报文转发速率为：200Mpps

ZXR10　T1200 的报文转发速率为：400Mpps

- 路由表容量

ZXR10　T600/T1200 的路由表容量为：512K~4M 条路由

- 支持的最大端口数

128/256 个 10/100Base-TX 端口

128/256 个 100Base-FX 端口

80/160 个 1000Base-SX/LX/LH 端口

64/128 个 OC-3c POS 端口

64/128 个 OC-3c ATM 端口

32/64 个 OC-12c POS 端口

16/32 个 OC-12c ATM 端口

32/64 个 OC-48c POS 端口

16/32 个通道化 CP3 端口

8/16 个 10G 以太网端口

8/16 个 10G POS 端口

- 支持的路由协议

  ZXR10 T600/T1200 支持的路由协议有：RIPv1/v2，OSPF，IS-IS，BGPv4。

- 其它功能

  ZXR10 T600/T1200 支持网络地址转换（NAT）、访问控制列表（ACL）、内置宽带接入服务器（BAS）等功能。

2.3.2 维护与管理功能

ZXR10 T600/T1200 通过 SNMP 和 RMON 提供包括配置管理、日志管理、告警管理、故障诊断等功能。通过中兴通讯的统一网管平台 ZXNM01 可以实现上述管理功能，ZXR10 T600/T1200 支持 SNMP v2 和 RMON v1/v2。

ZXR10 T600/T1200 实现了网络时间协议（NTP），可以从线路上的标准时钟源获取时钟或者 ZXR10 T600/T1200 自身就可以作为一个时钟源为网络中的其它设备提供时钟。

2.3.3 系统的可靠性

- 部件备份和冗余

  ZXR10 T600/T1200 的协议处理和控制板、交换网板、电源为冗余设计。

- 无故障连续工作时间

  系统的无故障工作时间：MTBF > 40 万小时。

- 故障恢复时间

  系统故障恢复时间：MTTR < 0.5 小时。

第3章 结构和原理

摘要

本章介绍了 ZXR10 T600/T1200 电信级高端路由器路由器的结构和原理，并对系统的各个模块进行了详细的描述。

3.1 总体结构和工作原理

3.1.1 硬件结构

ZXR10 T600/T1200 的硬件系统采用基于高速串行背板的模块化设计，其体系结构采用流行的多处理器并行处理 CROSSBAR 空分交换结构，系统主要部件采用 1＋1 冗余设计，在设计时充分地考虑到系统的平滑升级能力及易维护性。

图 3.1-1是ZXR10 T600 的系统总体模块结构图，ZXR10 T1200 的系统结构图与图 3.1-1基本相同，只是NPC由 8 块增加到 16 块。

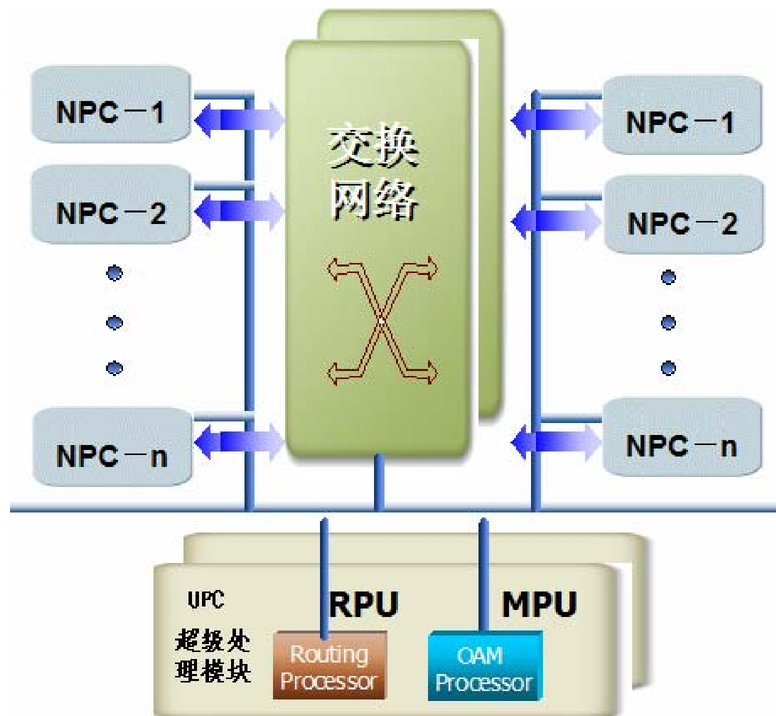


图3.1-1 ZXR10 T600/1200 总体模块结构图

根据硬件电路所实现的功能，ZXR10　T600/T1200 主要由下列部分组成：

- 高速背板单元

  高速背板单元由一块采用双面对插的背板构成，背板通过数据总线、控制总线、时钟总线等连接其它各种功能单元，电源子系统也通过背板为各功能单元提供经过一次滤波后的−48V 直流电源。

- 协议处理和控制功能子单元

  协议处理和控制功能子单元和高速交换网络功能子单元采用冗余设计，即协议处理控制板和交换网板采用 1＋1 冗余设计。ZXR10　T600/T1200 还可以通过协议处理和控制板上的 10/100BASE-TX 或 Console 口连接操作维护后台，以便对系统进行维护和管理。

- 高速交换网络功能子单元
- 高速网络处理功能子单元
- 高速接口功能子单元

  各接口网络处理板与交换网板间采用高速串行线（2.64Gb/s）进行数据传递，为了便于增加交换仲裁调度器，每个接口网络处理板与交换网板间外加一条通信总线。

- 桥接监控告警子系统

  各种接口网络处理板、交换网板与协议处理和控制板间通过 100M 快速以太网进行通信，电源模块（交流或者直流）通过 RS232 接口与协议处理和控制板通信。协议处理和控制板与操作维护后台及监控告警系统间也采用以太网通信方式。

- 电源子系统

  ZXR10　T600/T1200 提供 220V 交流或−48V 直流两种供电方式。采用 220V 交流供电时，需要配置中兴通讯提供的配套电源组件，电源组件将 220V 交流电源整流为−48V 直流电源。

  外接的一路或两路-48V 直流电源经过 ZXR10 T600/T1200 直流电源模块分配选择后，或者从电源组件整流得到的-48V 电源，供给系统内其它单板，各单板通过 DC/DC 变换将−48V 变为各芯片所需的工作电压（5V，3.3V，2.5V 等）。

- 机械结构子系统

3.1.2 软件结构

ZXR10 T600/T1200 软件部分作为整个路由器系统的灵魂，负责路由表项的生成、安全管理及用户接口的管理等功能。整个软件部分从结构上可分为以下几个子系统，如 图 3.1-2所示。

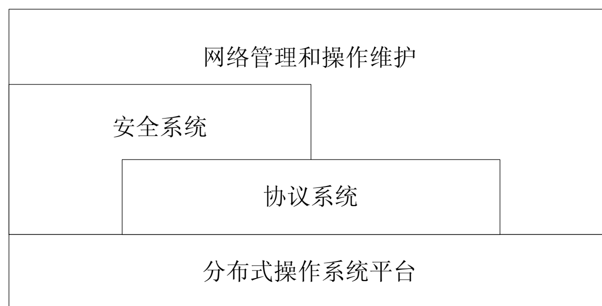


图3.1-2 ZXR10 T600/T1200 软件系统结构

1. 分布式操作系统平台

   分布式操作系统平台是一个多处理机、多任务的实时操作系统，是上层软件在路由器体系结构中运行的基础。它向下负责管理整个路由器的分布式的硬件体系结构，向上为各处理机上的上层程序提供一个统一的运行平台。

2. 协议系统

   协议系统是路由器软件体系结构的核心。该系统主要负责路由的选择、转发和交互，路由表的形成及维护。协议系统可细分为支撑协议系统和路由协议系统。

- 支撑协议系统实现 TCP，UDP，IP，TELNET 协议，它是 OSPF，BGP 和 SNMP 等协议的基础，也是网络管理和操作维护命令的低层载体。
- 路由协议系统实现了 IP，ARP，ICMP 等协议，RIP，OSPF，IS-IS，BGP 等动态路由协议，以及路由表的同步和维护、路由交互等核心功能。

3. 网络管理和操作维护

   网络管理和操作维护系统处于整个路由器的最高层，是管理员操作、控制路由器的主要途径。该系统内部实现 SNMPv2 Agent 功能，提供命令行操作的界面。用户可以通过串口终端、Telnet、SNMP Manager 进行网络管理，主要包括网络配置管理、故障管理、性能管理和安全管理等功能。

4.　安全系统

安全系统实现对路由器网络和协议的安全控制，负责对数据的加密、解密、密钥分析、协议认证等工作。

3.2 协议处理和控制板（UPC3）

协议处理和控制板 UPC3（Ultra Protocol processor control Card）是 ZXR10 T600/T1200 路由器的主控制节点，其主要功能包括：

- 负责管理和维护整个路由器，保证所有的线路接口板正常工作，以完成 IP 数据包的路由和转发。
- 进行路由协议处理（包括 RIP v1/v2，OSPF v2，IS-IS，BGP4 等），维护全局路由表，并保证各线路接口板的局部路由表和全局路由表一致。
- 进行系统网络管理协议（SNMP）处理，提供路由器的远程监控和管理功能。
- 提供路由器系统的操作与管理功能的接口，完成对路由器的维护、配置和管理等功能。

为保证系统的高可靠性，ZXR10　T600/T1200 中的两块 UPC3 采用主备方式。

图 3.2-1指示了UPC3 板在系统中的位置，以及与其它单板的简要接口连接关系。

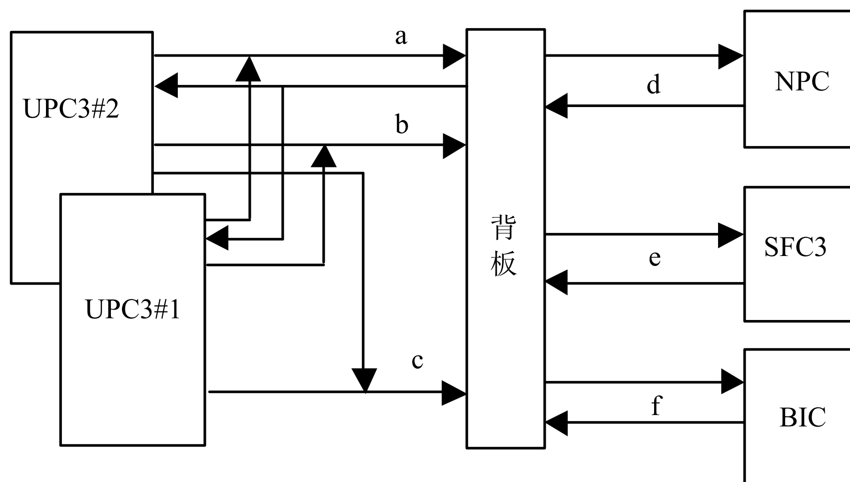


图3.2-1　UPC3 板在系统中的结构关系

图 3.2-1中a~f表示的意义如下：

- a：24 路以太网接口信号，在 UPC3 实现主备。
- b：与其它单板的接口信号，例如单板在位信号、单板复位信号、主备单板接口信号，在 UPC3 上实现主备。
- c：后台管理接口信号，在 UPC3 上实现主备。
- d：NPC 与 UPC3 的接口以太网信号，包括单板在位信号、单板复位信号。
- e：SFC3 与 UPC3 的接口以太网信号，包括单板在位信号、单板复位信号、单板主备表示信号。
- f：BIC 与 UPC3 的后台管理接口信号。

3.2.1 工作原理

ZXR10 T600/T1200 的 UPC3 由下列模块和接口构成：路由模块、管理模块、控制和监测模块、后台管理接口和调试接口。其中路由模块和管理模块是两套处理器系统，包括 CPU、北桥和南桥。

ZXR10 T600/T1200 的UPC3 板工作原理图如 图 3.2-2所示。

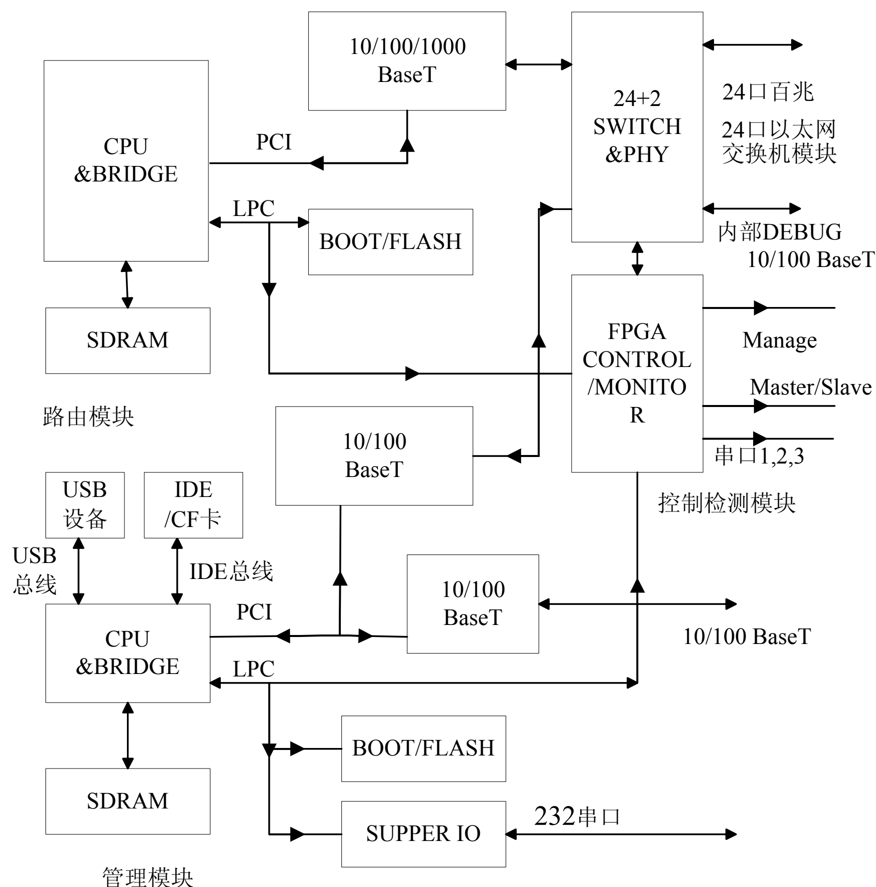


图3.2-2　ZXR10　T600/1200 的 UPC3 板单板原理图

下面对 UPC3 组成的模块作一介绍：

1.　路由模块

路由模块是 UPC3 双处理器系统中的一套，专门用来运行大型的动态路由协议 OSPF v2，IS-IS，BGP4 等，确保高性能和高可靠性。

路由模块的CPU（RPU）经桥接芯片产生PCI总线，PCI总线挂接一个1000M以太网控制器。通过 1000M 以太网控制器，RPU 连接内部通信模块的一个端口，来接收和发送数据。路由模块和内部通信模块间的传输带宽为1000Mb/s，可以保证路由模块与各个单板间有足够的通信带宽。

2.　管理模块

管理模块是 UPC3 双处理器系统中的另一套处理器系统，主要负责实现路由器的控制、维护、配置、管理等功能，实现版本的灵活升级。

管理模块 CPU（MPU）经桥接芯片产生 PCI 总线，在 PCI 总线上接两个 100M 以太网控制器。其中一个以太网控制器连接内部通信模块的一个端口，与 RPU 及其他单板通信；另一个以太网控制器接后台维护网络，实现与操作维护终端的通信，并对后台发来的数据包进行安全过滤。

3. 交换模块

UPC3 内有一个以太网交换模块，该交换模块为UPC3、NPC、SFC3 和后台管理提供通信链路。交换模块为 图 3.2-2中的“Switch&PHY”部分。

ZXR10　T600　UPC3 内的以太网交换模块共提供 24 个 100M 以太网接口和 2 个 1000M 以太网接口，在运行过程中的分配如下：

- MPU 内部网卡：1
- RPU 网卡：1
- 主备 UPC3 通信：1
- 调试网口：2
- NPC：8
- SFC3：2

ZXR10　T1200　UPC3 内的以太网交换模块共提供 24 个 100M 以太网接口和 2 个 1000M 以太网接口，在运行过程中的分配如下：

- MPU 内部网卡：1
- RPU 网卡：1
- 主备 UPC3 通信：1
- 调试网口：2
- NPC：16
- SFC3：2

4. 控制和监测模块

控制和检测模块为 图 3.2-2中的“Control/Monitor”部分，采用现场可编程门阵列（FPGA）实现，其主要功能是：

- 提供 LPC 总线的设备地址分配和逻辑译码。
- 确定两块 UPC3 的主备工作状态，包括上电初始状态建立及双机倒换，可

命令倒换、手动倒换、复位倒换、故障倒换（Watchdog 溢出）等。

- 监控系统中其它单板的运行情况，并将其它单板的状态变化以中断方式通知上层软件。
- 监控两个 CPU（RPU 和 MPU）的运行状况。

3.2.2 面板说明

UPC3 板的面板示意图如 图 3.2-3所示。



图3.2-3　UPC3 板面板图

UPC3 板提供许多内部接口，这些接口包括以太网单板通讯接口、UPC3 与其它单板的接口信号、管理接口信号等。

后台管理接口和调试接口是用于维护和调测路由器的两个重要接口。

- 后台管理接口通过 UPC3 管理模块的 100BaseT 网口连接桥接和监控板（BIC），BIC 对外提供串行通讯管理口。
- 调试接口通过 UPC3 面板上的 RJ45 插座提供对外连接。

UPC3 板面板标识说明如下：

- 标识为“DEBUG”的 RJ45 接口是调试口。
- 标识为“CF”的是 CF 卡存储设备的插槽接口。
- 标识为“USB1”和“USB2”的是 USB 存储设备的插槽接口。

UPC3 板面板上有四个LED指示灯和两个开关，其各自的功能如 表 3.2-1所示。

表3.2-1　UPC3 板面板指示灯和开关功能说明

指示灯	功能说明
RUN 灯（绿）	运行灯，系统正常运行时以每秒 1 次的频率闪烁
ALM 灯（红）	故障灯，出现故障时点亮，正常状态下熄灭
MST 灯（绿）	主用状态灯，本板处于主用状态时点亮，同时备用灯熄灭
OFF 灯（绿）	备用状态灯，本板处于备用状态时点亮，同时主用灯熄灭
RST 开关	复位开关，用于全板复位

指示灯	功能说明
EXCH 开关	手动倒换开关，用于手动倒换主备运行状态

3.3 交换网板（SFC3）

大容量高速交换网络子单元是路由器设备的核心，在系统中的功能载体是交换网板 SFC3（Switch Fabric Card），主要功能是完成 IP 包的交换，它可以在不需要 CPU 控制的情况下，自动完成可变长 IP 包的自路由交换。SFC3 的主要功能如下：

- 通过 CROSSBAR 芯片与 NPC 高速串行背板芯片之间的高速（2.125Gb/s）串行码流在背板上的点对点连接，利用 CROSSBAR 芯片的交换功能，完成 IP 包的高速交换。
- 利用内部带有数字锁相环电路的时钟模块，通过外部定时或线路定时，给系统提供满足 ITU-TG.813 的高精度和高稳定的系统时钟。
- 对 SFC3 的运行状态进行管理和控制，与 UPC3 通信。

ZXR10 T600/T1200 的 SFC3 板采用 160G（ZXR10 T600）或 320G（ZXR10 T1200）快速 CROSSBAR 交换结构，经过高速背板（BTSR）与 8 块（ZXR10 T600）或 16 块（ZXR10 T1200）NPC 串行点对点连接，与 NPC 上的高速串行背板芯片一起完成多个 IP 包的内部无阻塞交换和传递。

由于 SFC3 在系统中的地位十分重要，因此在设计上采用了 1+1 备份的工作方式。每个 SFC3 都能通过相关的信号告知各 NPC 本板的主备用工作状态，使得 IP 包在主用的高速串行链路上传送。

SFC3 板在系统中的结构关系如 图 3.3-1所示。

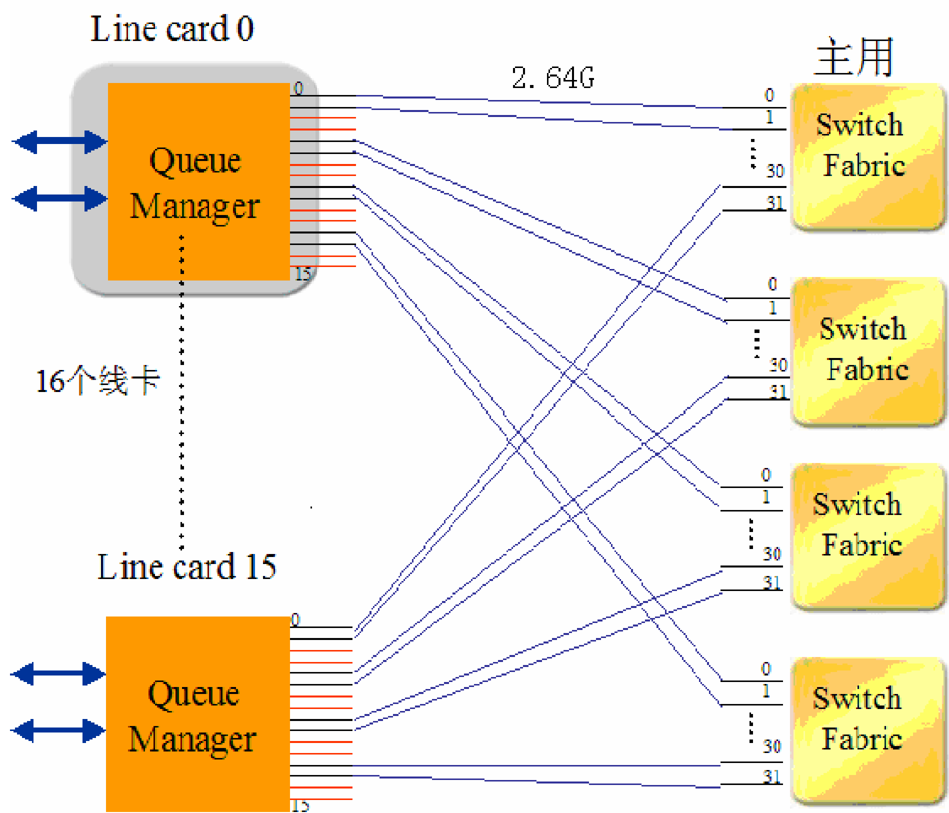


图3.3-1　SFC3 板在系统中的结构关系

- SFC3 板与每块 NPC 板的之间的连接采用 2.64Gb/s 串行高速信号线。
- SFC3 板与 UPC3 之间的连接采用 100BASE-TX 通信控制信号线。

3.3.1 工作原理

SFC3 板的工作原理图如 图 3.3-2所示。

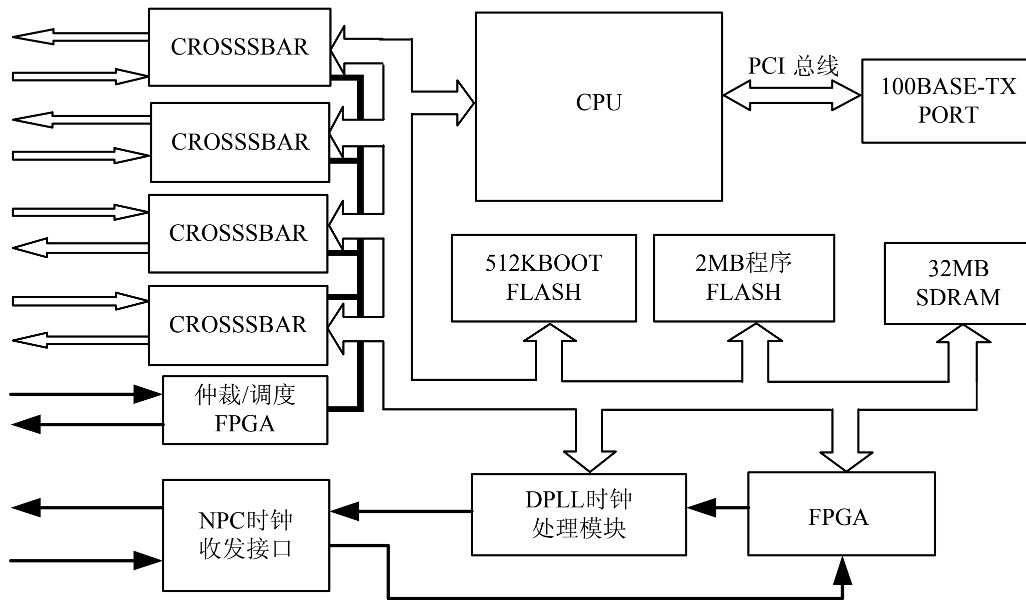


图3.3-2 SFC3 板单板原理图

4 片 CROSSBAR 芯片是单板的核心，它们与 NPC 上的高速串行背板芯片配合完成路由器的 IP 数据包的高速交换，CPU 和其外围的存储器构成一嵌入系统，主要对 CROSSBAR 芯片及时钟模块的工作状态进行监控，并通过以太网与 UPC3 进行通信。

DPLL 时钟模块完成系统的时钟同步功能，由网络接口或 BITS 口送来的时钟源，经时钟模块锁相倍频后，通过时钟分配驱动器再送给接口板和 BITS 口，以便使整个系统同步。

在 ZXR10 T600/T1200 路由器中，IP 包的交换工作是由 SFC3 上的 CROSSBAR 芯片与 NPC 上的高速串行背板芯片一起协同完成的。SFC3 上的 CROSSBAR 芯片具有以下功能和特点：

- CROSSBAR 芯片与 NPC 高速串行背板芯片之间采用码速为 2.64Gb/s 的高速串行线，通过背板点对点连接。
- CROSSBAR 芯片为 16×16 高速的、完全同步的空分交换芯片。
- CROSSBAR 芯片有并行的 CPU 接口，用于控制芯片内部的工作方式和读取来自交换的状态信息。
- CROSSBAR 芯片使用 155.52MHz 的主时钟，该时钟是 NPC 上的所有高速串行背板芯片通过串行数据通道接收数据的同步时钟，同步过程自动完成。

3.3.2 面板说明

ZXR10　T600 的SFC3 板面板示意图如 图 3.3-3所示。



图3.3-3　ZXR10　T600 的 SFC3 板面板图

ZXR10　T1200 的SFC3 面板示意图如 图 3.3-4所示。



图3.3-4　ZXR10　T1200 的 SFC3 板面板图

SFC3 板面板上有四个LED指示灯和两个开关，其各自的功能如 表 3.3-1所示。

表3.3-1　SFC3 板面板指示灯和开关功能说明

指示灯	功能说明
RUN 灯（绿）	运行灯，正常运行时，与 UPC3 运行灯同步闪灭
ALM 灯（红）	故障灯，出现故障时点亮，正常状态下熄灭
MST 灯（绿）	主用状态灯，本板处于主用状态时点亮，同时备用板上的该灯熄灭
TRACK 灯（绿）	时钟指示灯，路由器使用外部时钟时点亮，路由器使用内部时钟时熄灭
RST 开关	复位开关，用于全板复位
EXCH 开关	手动倒换开关，用于手动倒换主备运行状态

3.4 网络处理板（NPC）

网络处理板 NPC（Network Processor Card）的主要功能如下：

- 接收方向

  从链路层帧中解析出 IP 包，对 IP 包头做 TTL 和 Checksum 检查，并对 IP 包头做地址过滤和路由查找，配合交换结构作 IP 包头编辑、包的缓存和队列调度管理。

- 发送方向

  将交换结构送来的 IP 包剥去交换标志头，打成链路层帧发送出去。

网络处理板（NPC）对应的接口类型可以是Ethernet，POS，ATM等，它在整个系统中的结构关系如 图 3.4-1所示。

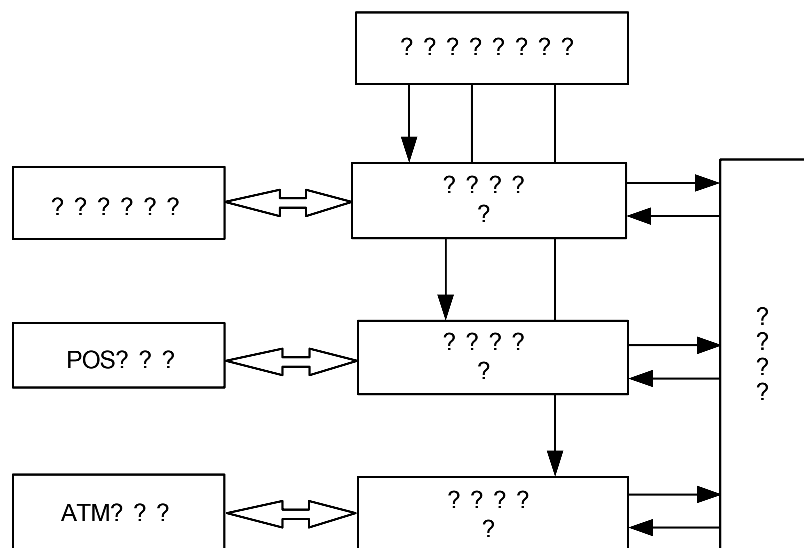


图3.4-1 NPC 板在系统中的结构关系

ZXR10 T600/T1200 有两种网络处理板（NPC）与不同的线路接口板配对使用，分别是：

- H 型网络处理板（NPCH：Network processor card H type）：与 FEIG、FEIGO、GE4B、GE2B、GE4D、P48、P12、P3C、CP3、A12、A3C 和 A3D 接口板配对使用。

- IX 型网络处理板（NPCIX：Network processor card IX type）：与 GEIT、GE4C、XGEL、P48F 和 P192B 线路接口板配对使用。

3.4.1 H 型网络处理板（NPCH）

H 型网络处理板（Network Processor Card H type，NPCH）建立在以网络处理器为核心、高速串行背板芯片为拓展桥梁的基础上。

NPCH 由网络处理器、高速串行 IC、总线转换模块 FPGA、PCI 网卡等模块组成。

NPCH板的面板示意图如 图 3.4-2所示。

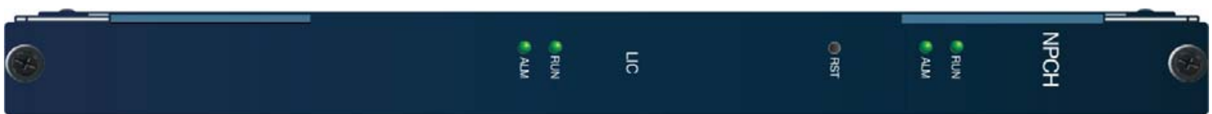


图3.4-2　NPCH 板面板图

NPCH板面板上有四个LED指示灯和一个开关，其各自的功能如 表 3.4-1所示。

表3.4-1　NPCH 板面板指示灯和开关功能说明

指示灯	功能说明
RUN 灯（绿）	运行灯，正常运行时，与 UPC3 运行灯同步闪灭
ALM 灯（红）	故障灯，出现故障时点亮，正常状态下熄灭
LIC RUN 灯(绿)	接口板运行状态灯，线路接口板工作正常时长亮，线路接口板不存在或不正常时熄灭
LIC ALM 灯(红)	接口板运行故障灯，线路接口板工作不正常时长亮，线路接口板工作正常时熄灭
RST 开关	NPC 单板复位开关

3.4.2 IX 型网络处理板（NPCIX）

IX 型网络处理板（Network Processor Card IX type，NPCIX）建立在以网络处理器为核心、高速串行背板芯片为拓展桥梁的基础上。

NPCIX 由高性能网络处理器、高速串行 IC、总线转换模块 FPGA、PCI 网卡等模块组成。

NPCIX板的面板示意图如 图 3.4-3所示。

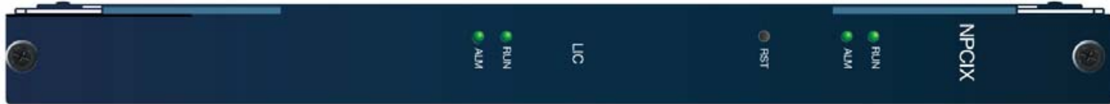


图3.4-3 NPCIX 板面板图

NPCIX板面板上有四个LED指示灯和一个开关，其各自的功能如 表 3.4-2所示。

表3.4-2 NPCH 板面板指示灯和开关功能说明

指示灯	功能说明
RUN（绿）	运行灯，正常运行时，与 UPC3 运行灯同步闪灭
ALARM（红）	故障灯，出现故障时点亮，正常状态下熄灭
LIC RUN（绿）	接口板运行状态灯，线路接口板工作正常时长亮，线路接口板不存在或不正常时熄灭
LIC ALARM（红）	接口板运行故障灯，线路接口板工作不正常时长亮，线路接口板工作正常时熄灭
RST 开关	NPC 单板复位开关

3.5 桥接告警监控板（BIC）

桥接告警监控板 BIC（Bridge Interface & alarm monitor Card）是路由器的监控及接口转接板。其主要功能如下：

- 监控系统的运行环境
- 提供 BITS 时钟接口
- 串行口和以太网转接
- 提供辅助告警信息

3.5.1 工作原理

BIC 上有一套 CPU 系统，CPU 定时通过 EPLD 对外部环境数据进行采集，读取和控制红外传感器、温湿度传感器、冷却风扇以及一次电源的状态，通过串口与UPC3 板的 MPU 保持通信。

BIC板的工作原理图如 图 3.5-1所示。

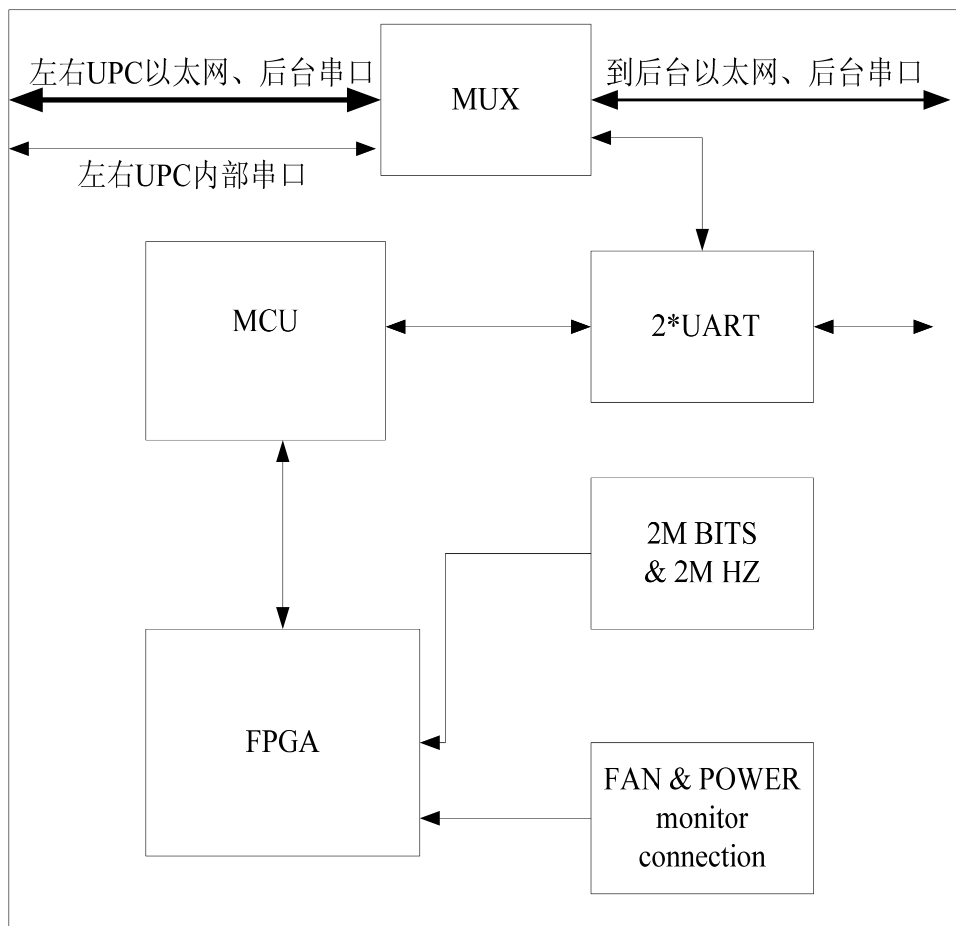


图3.5-1 BIC 板单板原理图

图 3.5-1中所示的监控系统包括：

- 温湿度传感器

  温度、湿度传感器将温度、湿度变化调制成和频率对应变化的正方波，在EPLD 内构造计数器，得到与环境对应的温度、湿度。

- 红外传感器

  红外传感器打开后，能随时对周边环境进行检测，当发现有人靠近时，这一信号将发生电平的翻转。

- 烟雾传感器

  BIC 板上的烟雾传感器一旦检测到烟，会产生电流信号，板内将电流信号转为电平信号，送入 EPLD。

- 风扇监控接口

  风扇检测和控制板将风扇的状态送入 EPLD 相应的寄存器以备查询。

- 电源监控接口

  电源监控提供两种接口，一种为标准串行口；一种为专用接口。可进行过压、欠压等电源状态的监控。

3.5.2 面板说明

BIC板面板示意图如 图 3.5-2所示。



图3.5-2 BIC 板面板图

BIC板面板上有七个接口，如 表 3.5-1所示。

表3.5-1 BIC 板面板接口说明

接口名	连接
10/100M 以太网接口	通过 RJ45 直通网线连接后台计算机
COM 口	通过串口配置线连接后台网管
FAN 口	风扇组的监控接口
PWR 接口	电源的监控接口
SENSOR1 口	传感器的监控接口
SENSOR2 口	传感器的监控接口
BITS 时钟接口	通过 75Ω 同轴电缆连接 BITS 时钟源

BIC板面板上的指示灯，其各自的功能如 表 3.5-2所示。

表3.5-2 BIC 板面板指示灯说明

指示灯	指示说明
RUN 灯（绿）	运行灯，点亮表示运行正常
ALM 灯（红）	环境告警灯，点亮表示环境有告警，需要检查
10/100M 指示灯	绿灯亮表示有连接，黄灯闪表示处于激活状态

3.6 线路接口板

线路接口板是线速路由器的外部接口，由它来实现不同速率、不同类型接口业务的接入，板上提供一个或多个高速网络接口。

ZXR10 T600/T1200 提供如 表 3.6-1所示线路接口板。

表3.6-1 ZXR10 T600/T1200 线路接口板

单板标识	功能
RT-16FE-SFP	16 端口快速以太网光接口板(FEIGO)
RT-16FE-E100RJ	16 端口快速以太网电接口板(FEIG)
RT-02GE-SFP	2 端口千兆以太网光接口板(GE2B)
RT-04GE-SFP (GE4B)	4 端口千兆位以太网光接口板(GE4B)
RT-04GE-GBIC	4 端口千兆位以太网 GBIC 接口板(GE4D)
RT-04GE-SFP (GE4C)	4 端口千兆位以太网光接口板(GE4C)
RT-10GE-SFP	10 端口千兆位以太网光接口板(GEIT)
RT-01XGEL-XFP	1 端口 10G LAN 接口板(XGEL)
RT-08P3-SFP	8 端口 POS3 光接口板(P3C)
RT-01CP3-SFP	1 端口通道化 OC-3 接口板(CP3)
RT-02CP3-SFP	2 端口通道化 OC-3 接口板(CP3)
RT-04P12-SFP	4 端口 OC-12c POS 接口板(P12)
RT-01P48-S02KLC	1 端口 POS48 接口板(P48)
RT-01P48-S15KLC	
RT-01P48-S80KLC	
RT-04P48-SFP	4 端口 POS48 接口板(P48F)
RT-01P192-XFP	1 端口 POS192 接口板(P192B)
RT-08A3-SFP	8 端口 OC-3c ATM 接口板(A3C)
RT-04A3-SFP	4 端口 OC-3c ATM 接口板(A3D)
RT-02A12-SFP	2 端口 OC-12 ATM 接口板(A12)

线路接口板的功能是将物理线路上的信号与链路层的数据帧相互转换。当线路接口板接收到数据帧（Frame）并将其转变成数据报文后，将报文送交包处理板，由转发引擎查找到目的端口，进行高速的报文转发。

在线路接口板中，接口子单元有两种类型：一类是 SONET/SDH 接口；一类是以太网的接口。

两种类型的接口的链路层封装不一样，光纤网络的链路帧格式为 PPP in HDLC；以太网接口的链路帧格式为 EthernetII。

3.6.1 RT-16FE-SFP

RT-16FE-SFP：16 端口快速以太网光接口板 FEIGO（Fast Ethernet Interface card G type，Opitcal）提供 16 个 100Base-FX 接口。

- 主要功能

  完成光电转换、以太网帧（MAC 帧）的接收、发送和提取。

- 适用位置

  RT-16FE-SFP 板与网络处理板 NPCH 通过背板对插。

- 面板

  RT-16FE-SFP板的面板如 图 3.6-1所示。



图3.6-1 RT-16FE-SFP 板面板图

- 接口

  RT-16FE-SFP板选用了SFP光模块，支持的端口类型不在面板上标识区分，其端口类型和特性的对应关系如 表 3.6-2所示。

表3.6-2 RT-16FE-SFP 板端口类型和特性对应表

端口类型	特性说明
MMF/2KM	LC 接头，多模光纤，1310nm 波长，最大传输距离 2km
SMF/15KM	LC 接头，单模光纤，1310nm 波长，最大传输距离 15km
SMF/40KM	LC 接头，单模光纤，1310nm 波长，最大传输距离 40km
SMF/80KM	LC 接头，单模光纤，1550nm 波长，最大传输距离 80km

- 指示灯

  RT-16FE-SFP板的面板上共有 16 个SFP插座。每个插座（即每个端口）有ACT和LNK两个指示灯，分别为绿和黄两种颜色。其各自的功能如 表 3.6-3所示。

表3.6-3　RT-16FE-SFP 板面板指示灯说明

指示灯	指示说明
ACT 绿灯	亮：以太网处于 100M 链接状态 灭：物理链路不通
LNK 黄灯	亮：与对方端口的物理链路建立 闪：物理链路上有数据传输 灭：物理链路不通

3.6.2 RT-16FE-E100RJ

RT-16FE-E100RJ：16 端口快速以太网电接口板 FEIG（Fast Ethernet Interface card G type）提供 16 个 100Base-TX 接口。

- 主要功能

  完成以太网帧（MAC 帧）的接收、发送和提取。

- 适用位置

  RT-16FE-E100RJ 板与网络处理板 NPCH 通过背板对插。

- 面板

  RT-16FE-E100RJ板的面板如 图 3.6-2所示。



图3.6-2　RT-16FE-E100RJ 板面板图

- 接口

  RT-16FE-E100RJ 板的接口为 100Base-TX 接口。

- 指示灯

  RT-16FE-E100RJ板的面板上共有 16 个RJ-45 插座。每个插座（即每个端口）有 2 个指示灯，分别为黄、绿两种颜色，其各自的功能如 表 3.6-4所示。

表3.6-4　RT-16FE-E100RJ 板面板指示灯说明

指示灯	指示说明
（每端口）绿灯	亮：以太网处于 100M 链接状态 灭：以太网处于 10M 链接状态或物理链路不通

指示灯	指示说明
（每端口）黄灯	亮：与对方端口的物理链路建立 闪：物理链路上有数据传输 灭：物理链路不通

3.6.3 RT-02GE-SFP

RT-02GE-SFP：2 端口千兆位以太网光接口板 GE2B（Gigabit Ethernet Interface B type 2 port）提供 2 个 1000Base-SX、1000Base-LX 或 1000Base-LH 接口。

- 主要功能

  以太网帧（MAC 帧）的接收、发送和提取。

- 适用位置

  RT-02GE-SFP 与网络处理板 NPCH 通过背板对插。

- 面板

  RT-02GE-SFP板的面板如 图 3.6-3所示。



图3.6-3　RT-02GE-SFP 板面板图

- 接口

  RT-02GE-SFP板选用了SFP光模块，支持的端口类型不在面板上标识区分，其端口类型和特性的对应关系如 表 3.6-5所示。

表3.6-5　RT-02GE-SFP 板端口类型和特性对应表

端口类型	特性说明
MMF/500M	LC 接头，多模光纤，850nm 波长，最大传输距离 500m
SMF/10KM	LC 接头，单模光纤，1310nm 波长，最大传输距离 10km
SMF/40KM	LC 接头，单模光纤，1310nm/1550nm 波长，最大传输距离 40km
SMF/80KM	LC 接头，单模光纤，1550nm 波长，最大传输距离 80km
SMF/120KM	LC 接头，单模光纤，1550nm 波长，最大传输距离 120km

- 指示灯

  RT-02GE-SFP板面板上共有 6 个LED指示灯，其各自的功能如 表 3.6-6所示。

表3.6-6 RT-02GE-SFP 板面板指示灯说明

指示灯	指示说明
RUN（绿）	指示 NPC 板工作情况，正常（亮）
ALM（红）	指示 NPC 板工作情况，告警（亮）
LNK1/LNK2 灯（绿）	指示端口 1/2 的链接状态，链接正常（亮）
DATA1/DATA2 灯（绿）	指示端口 1/2 的数据传输状态，有数据传输（闪烁）

3.6.4 RT-04GE-SFP(GE4B)

RT-04GE-SFP (GE4B)：4 端口千兆位以太网光接口板 GE4B（Gigabit Ethernet Interface B type 4 port）提供 4 个 1000Base-SX、1000Base-LX 或 1000Base-LH 接口。

- 主要功能

  完成以太网帧（MAC 帧）的接收、发送和提取。

- 适用位置

  RT-04GE-SFP (GE4B)板与网络处理板 NPCH 通过背板对插。

- 面板

  RT-04GE-SFP (GE4B)板的面板如 图 3.6-4所示。



图3.6-4 RT-04GE-SFP (GE4B)板面板图

- 接口

  RT-04GE-SFP (GE4B)板选用了SFP光模块，支持的端口类型不在面板上标识区分，其端口类型和特性的对应关系如 表 3.6-7所示。

表3.6-7　RT-04GE-SFP (GE4B)板端口类型和特性对应表

端口类型	特性说明
MMF/500M	LC 接头，多模光纤，850nm 波长，最大传输距离 500m
SMF/10KM	LC 接头，单模光纤，1310nm 波长，最大传输距离 10km
SMF/40KM	LC 接头，单模光纤，1310nm/1550nm 波长，最大传输距离 40km
SMF/80KM	LC 接头，单模光纤，1550nm 波长，最大传输距离 80km
SMF/120KM	LC 接头，单模光纤，1550nm 波长，最大传输距离 120km

- 指示灯

RT-04GE-SFP (GE4B)板面板上共有 10 个LED指示灯，其各自的功能如 表3.6-8所示。

表3.6-8　RT-04GE-SFP (GE4B)板面板指示灯说明

指示灯	指示说明
RUN（绿）	指示 NPC 板工作情况，正常（亮）
ALM（红）	指示 NPC 板工作情况，告警（亮）
LNK1~ LNK4（绿）	指示端口 1~4 的链接状态，链接正常（亮）
DATA1~ DATA4（绿）	指示端口 1~4 的数据传输状态，有数据传输（闪烁）

3.6.5 RT-04GE-GBIC (GE4D)

RT-04GE-GBIC：4 端口千兆以太网 GBIC 接口板 GE4D（Gigabit Ethernet Interface D type 4 port）提供 4 个千兆接口。

- 主要功能

完成以太网帧（MAC 帧）的接收、发送和提取。

- 适用位置

RT-04GE-GBIC（GE4D）板与网络处理板 NPCH 通过背板对插。

- 面板

RT-04GE-GBIC板的面板如 图 3.6-5所示。

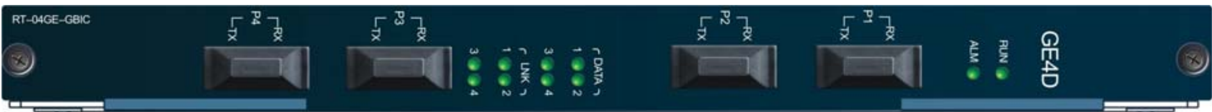


图3.6-5　RT-04GE-GBIC 板面板图

- 接口

RT-04GE-GBIC板采用GBIC模块，支持的端口类型不在面板上标识区分，其端口类型和特性的对应关系如 表 3.6-9所示。

表3.6-9 RT-04GE-GBIC 板端口类型和特性对应表

端口类型	特性说明
MMF/500M	SC 接头，多模光纤，850nm 波长，最大传输距离 500m
SMF/10KM	SC 接头，单模光纤，1310nm 波长，最大传输距离 10km
SMF/40KM	SC 接头，单模光纤，1310nm/1550nm 波长，最大传输距离 40km
SMF/70KM	SC 接头，单模光纤，1550nm 波长，最大传输距离 70km

- 指示灯

RT-04GE-GBIC板的面板上共有 10 个LED指示灯，其中每个端口有一个LNK灯和一个DATA灯，其各自的功能如 表 3.6-10所示。

表3.6-10 RT-04GE-GBIC 板面板指示灯说明

指示灯	说明
RUN（绿）	指示 NPC 板工作情况，正常运行时亮
ALM（红）	指示 NPC 板工作情况，发生告警时亮，正常运行时灭
LNK（绿）	指示端口的链接状态，链接正常时亮
DATA（绿）	指示端口的数据传输状态，有数据传输时闪烁

注：DATA 灯的闪烁频率与传输速度成正比，过快时为长亮状态。

3.6.6 RT-04GE-SFP (GE4C)

RT-04GE-SFP (GE4C)：4 端口千兆位以太网光接口板 GE4C（Gigabit Ethernet Interface C type 4 port）提供 4 个 1000Base-SX，1000Base-LX 或 1000Base-LH 接口。

- 主要功能

完成以太网帧（MAC 帧）的接收、发送和提取。

- 适用位置

RT-04GE-SFP (GE4C)板与网络处理板 NPCIX 通过背板对插。

- 面板

RT-04GE-SFP (GE4C)板的面板如 图 3.6-6所示。



图3.6-6 RT-04GE-SFP (GE4C)板面板图

- 接口

RT-04GE-SFP (GE4C)板选用了SFP光模块，支持的端口类型不在面板上标识区分，其端口类型和特性的对应关系如 表 3.6-11所示。

表3.6-11 RT-04GE-SFP (GE4C)板端口类型和特性对应表

端口类型	特性说明
MMF/500M	LC 接头，多模光纤，850nm 波长，最大传输距离 500m
SMF/10KM	LC 接头，单模光纤，1310nm 波长，最大传输距离 10km
SMF/40KM	LC 接头，单模光纤，1310nm/1550nm 波长，最大传输距离 40km
SMF/80KM	LC 接头，单模光纤，1550nm 波长，最大传输距离 80km
SMF/120KM	LC 接头，单模光纤，1550nm 波长，最大传输距离 120km

- 指示灯

RT-04GE-SFP (GE4C)板面板上共有 8 个LED指示灯，每个端口各对应两个，其功能如 表 3.6-12所示。

表3.6-12 RT-04GE-SFP (GE4C)板面板指示灯说明

指示灯	指示说明
LNK（绿）	指示对应端口的链接状态，链接正常（亮）
DATA（绿）	指示对应端口的数据传输状态，有数据传输（闪烁）

3.6.7 RT-10GE-SFP

RT-10GE-SFP：10 端口千兆位以太网光接口板 GEIT（Gigabit Ethernet Interface with Ten ports）提供 10 个 1000Base-SX，1000Base-LX 或 1000Base-LH 接口。

- 主要功能

完成以太网帧（MAC 帧）的接收、发送和提取。

- 适用位置

RT-10GE-SFP 板与网络处理板 NPCIX 通过背板对插。

- 面板

RT-10GE-SFP板的面板如 图 3.6-7所示。

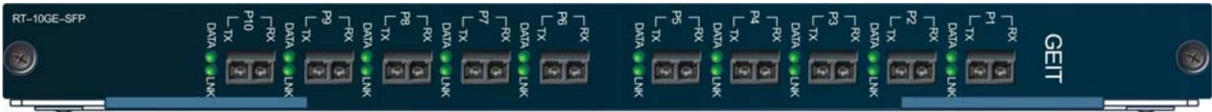


图3.6-7 RT-10GE-SFP 板面板图

- 接口

RT-10GE-SFP板选用了SFP光模块，支持的端口类型不在面板上标识区分，其端口类型和特性的对应关系如 表 3.6-13所示。

表3.6-13 RT-10GE-SFP 板端口类型和特性对应表

端口类型	特性说明
MMF/500M	LC 接头，多模光纤，850nm 波长，最大传输距离 500m
SMF/10KM	LC 接头，单模光纤，1310nm 波长，最大传输距离 10km
SMF/40KM	LC 接头，单模光纤，1310nm/1550nm 波长，最大传输距离 40km
SMF/80KM	LC 接头，单模光纤，1550nm 波长，最大传输距离 80km
SMF/120KM	LC 接头，单模光纤，1550nm 波长，最大传输距离 120km

- 指示灯

RT-10GE-SFP (GEIT)板面板上共有 20 个LED指示灯，每个端口各对应两个，其功能如 表 3.6-14所示。

表3.6-14 RT-10GE-SFP 板面板指示灯说明

指示灯	指示说明
LNK（绿）	指示对应端口的链接状态，链接正常（亮）
DATA（绿）	指示对应端口的数据传输状态，有数据传输（闪烁）

3.6.8 RT-01XGEL-XFP

RT-01XGEL-XFP：1 端口万兆位以太网光接口板 XGEL（10 Gigabit Ethernet Lan Interface）提供 1 个万兆接口。

- 主要功能

完成以太网帧（MAC 帧）的接收、发送和提取。

- 适用位置

RT-01XGEL-XFP 板与网络处理板 NPCIX 通过背板对插。

- 面板

RT-01XGEL-XFP板的面板如 图 3.6-8所示。



图3.6-8　RT-01XGEL-XFP 板面板图

- 接口

RT-01XGEL-XFP板选用了XFP光模块，支持的端口类型不在面板上标识区分，其端口类型和特性的对应关系如 表 3.6-15所示。

表3.6-15　RT-01XGEL-XFP 板端口类型和特性对应表

端口类型	特性说明
MMF/300M	LC 接头，多模光纤，850nm 波长，最大传输距离 300m
SMF/10KM	LC 接头，单模光纤，1310nm 波长，最大传输距离 10km
SMF/40KM	LC 接头，单模光纤，1550nm 波长，最大传输距离 40km
SMF/80KM	LC 接头，单模光纤，1550nm 波长，最大传输距离 80km

- 指示灯

RT-01XGEL-XFP板的面板上有 4 个LED指示灯，其各自的功能如 表 3.6-16所示。

表3.6-16　RT-01XGEL-XFP 板面板指示灯说明

指示灯	说明
RUN（绿）	指示单板状态，正常运行时亮
ALM（红）	指示单板状态，发生告警时亮，正常运行时灭
LNK（绿）	指示端口的链接状态，链接正常（亮）
DATA（绿）	指示端口的数据传输状态，有数据传输（闪烁）

3.6.9 RT-08P3-SFP

RT-08P3-SFP ：8 端口 POS3 光接口板 P3C（OC-3c/STM-1c POS Interface with SFP module）提供 8 路标准的 OC-3c/STM-1c 155M 光接口。

- 适用位置

  与网络处理板 NPCH 通过背板对插。

- 面板

  RT-08P3-SFP板的面板如 图 3.6-9所示。



图3.6-9 RT-08P3-SFP 板面板图

- 接口

  RT-08P3-SFP板选用了SFP光模块，支持的端口类型不在面板上标识区分，其端口类型和特性的对应关系如 表 3.6-17所示。

表3.6-17 RT-08P3-SFP 板端口类型和特性对应表

端口类型	特性说明
MMF/2KM	LC 接头，多模光纤，1310nm 波长，最大传输距离 2km
SMF/15KM	LC 接头，单模光纤，1310nm 波长，最大传输距离 15km
SMF/40KM	LC 接头，单模光纤，1310nm 波长，最大传输距离 40km
SMF/80KM	LC 接头，单模光纤，1550nm 波长，最大传输距离 80km

- 指示灯

  RT-08P3-SFP板有 10 个LED指示灯，其各自的功能如 表 3.6-18所示。

表3.6-18 RT-08P3-SFP 板面板指示灯说明

指示灯	指示说明
RUN（绿）	指示 NPC 单板的运行状态，正常（亮）
ALM（红）	告警指示，告警（亮）
P1（绿）	第 1 路光口的工作状态，有光（亮）；无光（灭）
P2（绿）	第 2 路光口的工作状态，有光（亮）；无光（灭）
P3（绿）	第 3 路光口的工作状态，有光（亮）；无光（灭）
P4（绿）	第 4 路光口的工作状态，有光（亮）；无光（灭）
P5（绿）	第 5 路光口的工作状态，有光（亮）；无光（灭）
P6（绿）	第 6 路光口的工作状态，有光（亮）；无光（灭）
P7（绿）	第 7 路光口的工作状态，有光（亮）；无光（灭）

指示灯	指示说明
P8（绿）	第 8 路光口的工作状态，有光（亮）；无光（灭）

3.6.10 RT-01CP3-SFP

RT-01CP3-SFP：1 端口通道化 POS3 光接口板 CP3（1 Channelized OC-3/STM-1 POS Interface with SFP module）提供 1 路标准的 OC-3/STM-1 155M 光接口。

与网络处理板 NPCH 通过背板对插。

- 主要功能是：

（1） 完成 1 路 155.52Mb/s 光电信号的转换；

（2） 恢复线路的时钟和数据；

（3） 进行物理层和数据链路层运行、维护及性能监视等信息的提取和操作，通过 CPU 端口以中断的方式向 NPCH 报告 CP3 单板及线路的状态。

- 适用位置

与网络处理板 NPCH 通过背板对插

- 面板

RT-01CP3-SFP板的面板如 图 3.6-10所示。

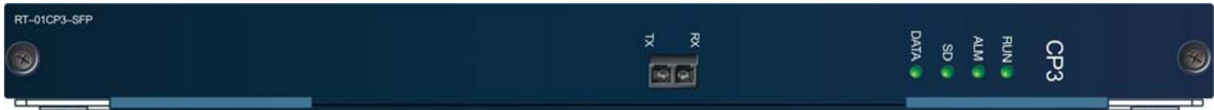


图3.6-10 RT-01CP3-SFP 板面板图

- 接口

RT-01CP3-SFP板选用了SFP光模块，支持的端口类型不在面板上标识区分，其端口类型和特性的对应关系如 表 3.6-19所示。

表3.6-19 RT-01CP3-SFP 板端口类型和特性对应表

端口类型	特性说明
MMF/2KM	LC 接头，多模光纤，1310nm 波长，最大传输距离 2km
SMF/15KM	LC 接头，单模光纤，1310nm 波长，最大传输距离 15km
SMF/40KM	LC 接头，单模光纤，1310nm 波长，最大传输距离 40km
SMF/80KM	LC 接头，单模光纤，1550nm 波长，最大传输距离 80km

- 指示灯

RT-01CP3-SFP板有 4 个LED指示灯，其各自的功能如 表 3.6-20所示。

表3.6-20　RT-01CP3-SFP 板面板指示灯说明

指示灯	指示说明
RUN（绿）	指示 NPC 单板的运行状态，正常（亮）
ALM（红）	告警指示，告警（亮）
SD（绿）	光口的工作状态，有光（亮）；无光（灭）
DATA（绿）	光口的工作状态，有数据（闪烁）；无数据（灭）

3.6.11 RT-04P12-SFP

RT-04P12-SFP：4 端口 OC-12c POS 接口板 P12（OC-12c/STM-4c POS Interface）提供 4 路标准的 622M 光接口。

- 主要功能

（1）　完成 4 路 622.08Mb/s 光电信号的转换；

（2）　映射 OC-12c 的 PPP 帧，与 NPCH 进行 4 路数据传送；

（3）　恢复线路的时钟和数据；

（4）　进行物理层和数据链路层运行、维护及性能监视等信息的提取和操作，通过 CPU 端口以中断的方式向 NPCH 报告 P12 单板及线路的状态。

- 适用位置

RT-04P12-SFP 板与网络处理板 NPCH 通过背板对插。

- 面板

RT-04P12-SFP板的面板如 图 3.6-11所示。

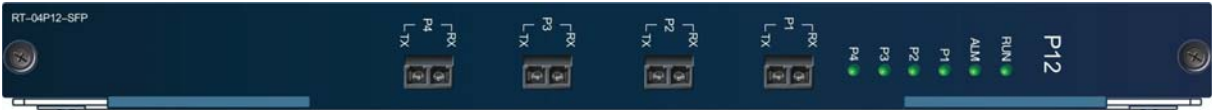


图3.6-11　RT-04P12-SFP 板面板图

- 接口

RT-04P12-SFP板选用了SFP光模块，支持的端口类型不在面板上标识区分，其端口类型和特性的对应关系如 表 3.6-21所示。

表3.6-21 RT-04P12-SFP 板端口类型和特性对应表

端口类型	特性说明
SMF/15KM	LC 接头，单模光纤，1310nm 波长，最大传输距离 15km
SMF/40KM	LC 接头，单模光纤，1310nm 波长，最大传输距离 40km
SMF/80KM	LC 接头，单模光纤，1550nm 波长，最大传输距离 80km

- 指示灯

RT-04P12-SFP板的面板上有 6 个LED指示灯，其中每个端口有一个指示灯，分别标识为P1~P4，其各自的功能如 表 3.6-22所示。

表3.6-22 RT-04P12-SFP 板面板指示灯说明

指示灯	说明
RUN（绿）	指示 NPC 单板状态，正常运行时亮
ALM（红）	指示 NPC 单板状态，发生告警时亮，正常运行时灭
P1~P4（绿）	对应 4 个光口的状态，有光信号时亮，无光信号时灭

3.6.12 RT-01P48-S02KLC

RT-01P48-S02KLC：1 端口 POS48 接口板 P48（OC-48c/STM-16c POS Interface）提供 1 路标准的 2.5G 光接口。

- 主要功能是：

（1） 完成 1 路 2.5Gb/s 光电信号的转换；

（2） 映射 OC-48c 的 POS 帧，进行数据宽度转换，与 NPCH 进行 PPP 包传送；

（3） 恢复线路的时钟和数据；

（4） 进行物理层和数据链路层运行、维护及性能监视等信息的提取和操作，通过 CPU 端口以中断的方式向 NPCH 报告 POS 单板及线路的状态。

- 适用位置

RT-01P48-S02KLC 板与网络处理板 NPCH 通过背板对插。

- 面板

RT-01P48-S02KLC板的面板如 图 3.6-12所示。



图3.6-12　RT-01P48-S02KLC 板面板图

- 接口

RT-01P48-S02KLC 板的端口特性为：

LC 接头，单模光纤，1310nm 波长，最大传输距离 2km。

- 指示灯

RT-01P48-S02KLC板的面板上有 4 个LED指示灯，其各自的功能如 表 3.6-23 所示。

表3.6-23　RT-01P48-S02KLC 板面板指示灯说明

指示灯	说明
RUN（绿）	指示 NPC 单板状态，正常运行时亮
ALM（红）	指示 NPC 单板状态，发生告警时亮，正常运行时灭
SD（绿）	指示光口的状态，有光信号时亮，无光信号时灭
PPP（绿）	链路指示，PPP 建链成功时亮，PPP 建链未成功时灭

3.6.13 RT-01P48-S15KLC

RT-01P48-S15KLC：1 端口 POS48 接口板 P48（OC-48c/STM-16c POS Interface）提供 1 路标准的 2.5G 光接口。

- 主要功能是

（1）　完成 1 路 2.5Gb/s 光电信号的转换；

（2）　映射 OC-48c 的 POS 帧，进行数据宽度转换，与 NPCH 进行 PPP 包传送；

（3）　恢复线路的时钟和数据；

（4）　进行物理层和数据链路层运行、维护及性能监视等信息的提取和操作，通过 CPU 端口以中断的方式向 NPCH 报告 POS 单板及线路的状态。

- 适用位置

RT-01P48-S15KLC 板与网络处理板 NPCH 通过背板对插。

- 面板

RT-01P48-S15KLC板的面板如 图 3.6-13所示。

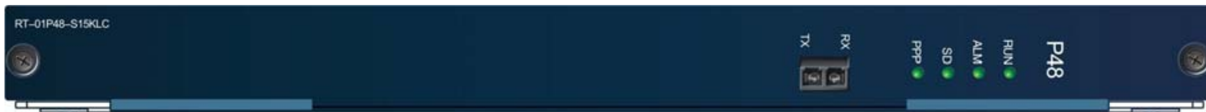


图3.6-13 RT-01P48-S15KLC 板面板图

- 接口

RT-01P48-S15KLC 板的端口特性为：

LC 接头，单模光纤，1310nm 波长，最大传输距离 15km。

- 指示灯

RT-01P48-S15KLC板的面板上有 4 个LED指示灯，其中每个端口有一个指示灯，分别标识为P1~P4，其各自的功能如 表 3.6-24所示。

表3.6-24 RT-01P48-S15KLC 板面板指示灯说明

指示灯	说明
RUN（绿）	指示 NPC 单板状态，正常运行时亮
ALM（红）	指示 NPC 单板状态，发生告警时亮，正常运行时灭
SD（绿）	光口的状态，有光信号时亮，无光信号时灭
PPP（绿）	链路指示，PPP 建链成功时亮，PPP 建链未成功时灭

3.6.14 RT-01P48-S80KLC

RT-01P48-S80KLC：1 端口 POS48 接口板 P48（OC-48c/STM-16c POS Interface）提供 1 路标准的 2.5G 光接口。

- 主要功能是：

（1） 完成 1 路 2.5Gb/s 光电信号的转换；

（2） 映射 OC-48c 的 POS 帧，进行数据宽度转换，与 NPCH 进行 PPP 包传送；

（3） 恢复线路的时钟和数据；

（4） 进行物理层和数据链路层运行、维护及性能监视等信息的提取和操作，通过 CPU 端口以中断的方式向 NPCH 报告 POS 单板及线路的状态。

- 适用位置

  RT-01P48-S80KLC 板与网络处理板 NPCH 通过背板对插。

- 面板

  RT-01P48-S80KLC板的面板如 图 3.6-14所示。



图3.6-14　RT-01P48-S80KLC 板面板图

- 接口

  RT-01P48-S80KLC 板的端口特性为：

  LC 接头，单模光纤，1550nm 波长，最大传输距离 80km。

- 指示灯

  RT-01P48-S80KLC板的面板上有 4 个LED指示灯，其各自的功能如 表 3.6-25 所示。

表3.6-25　RT-01P48-S80KLC 板面板指示灯说明

指示灯	说明
RUN（绿）	指示 NPC 单板状态，正常运行时亮
ALM（红）	指示 NPC 单板状态，发生告警时亮，正常运行时灭
SD（绿）	光口的状态，有光信号时亮，无光信号时灭
PPP（绿）	链路指示，PPP 建链成功时亮，PPP 建链未成功时灭

3.6.15 RT-04P48-SFP

RT-04P48-SFP：4 端口 POS48 接口板 P48F（OC-48c/STM-16c POS Interface　with SFP module）提供 4 路标准的 2.5G 光接口。

- 主要功能是：

（1）　完成 4 路 2.5Gb/s 光电信号的转换；

（2）　映射 OC-48c 的 PPP 帧，与 NPCIX 进行 4 路数据传送；

（3）　恢复线路的时钟和数据；

（4） 进行物理层和数据链路层运行、维护及性能监视等信息的提取和操作，通过 CPU 端口以中断的方式向 NPCIX 报告 P48F 单板及线路的状态。

- 适用位置

RT-04P48-SFP 板与网络处理板 NPCIX 通过背板对插。

- 面板

RT-04P48-SFP板的面板如 图 3.6-15所示。

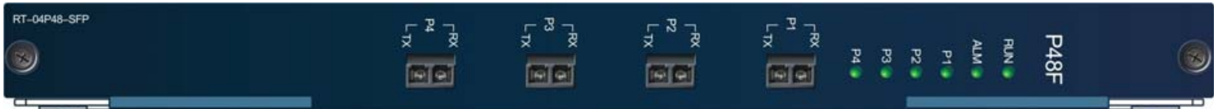


图3.6-15 RT-04P48-SFP 板面板图

- 接口

RT-04P48-SFP板选用了SFP光模块，支持的端口类型不在面板上标识区分，其端口类型和特性的对应关系如 表 3.6-26所示。

表3.6-26 RT-04P48-SFP 板端口类型和特性对应表

端口类型	特性说明
SMF/15KM	LC 接头，单模光纤，1310nm 波长，最大传输距离 15km
SMF/40KM	LC 接头，单模光纤，1310nm 波长，最大传输距离 40km
SMF/80KM	LC 接头，单模光纤，1550nm 波长，最大传输距离 80km

- 指示灯

RT-04P48-SFP板的面板上有 6 个LED指示灯，其中每个端口有一个指示灯，分别标识为P1~P4，其各自的功能如 表 3.6-27所示。

表3.6-27 RT-04P48-SFP 板面板指示灯说明

指示灯	说明
RUN（绿）	指示 NPC 单板状态，正常运行时亮
ALM（红）	指示 NPC 单板状态，发生告警时亮，正常运行时灭
P1~P4（绿）	对应 4 个光口的状态，有光信号时亮，无光信号时灭

3.6.16 RT-01P192-XFP

RT-01P192-XFP：1 端口 POS192 接口板 P192B（OC-192c/STM-64c POS Interface B type）提供 1 路标准的 10G 光接口。

- 主要功能

（1） 完成 1 路 10Gb/s 光电信号的转换；

（2） 映射 OC-192c 的 POS 帧，进行数据宽度转换，与 NPCIX 进行 PPP 包传送；

（3） 恢复线路的时钟和数据；

（4） 进行物理层和数据链路层运行、维护及性能监视等信息的提取和操作，通过 CPU 端口以中断的方式向 NPCIX 报告 POS192B 单板及线路的状态。

- 适用位置

RT-01P192-XFP 板与网络处理板 NPCIX 通过背板对插。

- 面板

RT-01P192-XFP板的面板如 图 3.6-16所示。



图3.6-16　RT-01P192-XFP 板面板图

- 接口

RT-01P192-XFP板选用了XFP光模块，支持的端口类型不在面板上标识区分，其端口类型和特性的对应关系如 表 3.6-28所示。

表3.6-28　RT-04P192-SFP 板端口类型和特性对应表

端口类型	特性说明
MMF/300M	LC 接头，多模光纤，850nm 波长，最大传输距离 300m
SMF/10KM	LC 接头，单模光纤，1310nm 波长，最大传输距离 10km
SMF/40KM	LC 接头，单模光纤，1550nm 波长，最大传输距离 40km
SMF/80KM	LC 接头，单模光纤，1550nm 波长，最大传输距离 80km

- 指示灯

  RT-01P192-XFP板的面板上有 3 个LED指示灯，其各自的功能如 表 3.6-29 示。

表3.6-29　RT-01P192-XFP 板面板指示灯说明

指示灯	说明
RUN（绿）	指示 NPC 单板状态，正常运行时亮
ALM（红）	指示 NPC 单板状态，发生告警时亮，正常运行时灭
LNK（绿）	光口的状态，有光信号时亮，无光信号时灭

3.6.17 RT-08A3-SFP

RT-08A3-SFP：8 端口 OC-3c ATM 接口板 A3C（OC-3c/STM-1c ATM Interface C type）提供 8 路标准的 155M 光接口。

- 主要功能

（1） 完成 8 路 155.52Mb/s 光电信号的转换；

（2） 映射 OC-3c 的 ATM 帧，与 NPCH 进行 8 路数据传送；

（3） 恢复线路的时钟和数据；

（4） 进行物理层和数据链路层运行、维护及性能监视等信息的提取和操作，通过 CPU 端口以中断的方式向 NPCH 报告 A3C 单板及线路的状态。

- 适用位置

  RT-08A3-SFP 板与网络处理板 NPCH 通过背板对插。

- 面板

  RT-08A3-SFP板的面板如 图 3.6-17所示。

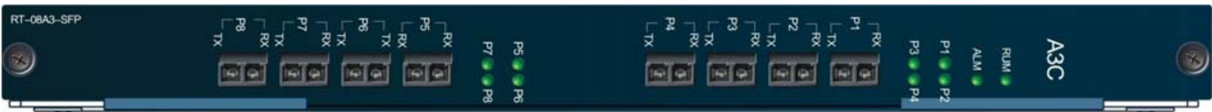


图3.6-17　RT-08A3-SFP 板面板图

- 接口

RT-08A3-SFP板选用了SFP光模块，支持的端口类型不在面板上标识区分，其端口类型和特性的对应关系如 表 3.6-30所示。

表3.6-30 RT-08A3-SFP 板端口类型和特性对应表

端口类型	特性说明
MMF/2KM	LC 接头，多模光纤，1310nm 波长，最大传输距离 2km
SMF/15KM	LC 接头，单模光纤，1310nm 波长，最大传输距离 15km
SMF/40KM	LC 接头，单模光纤，1310nm 波长，最大传输距离 40km
SMF/80KM	LC 接头，单模光纤，1550nm 波长，最大传输距离 80km

- 指示灯

RT-08A3-SFP板的面板上有 10 个LED指示灯，其中每个端口有一个指示灯，分别标识为P1~P8，其各自的功能如 表 3.6-31所示。

表3.6-31 RT-08A3-SFP 板面板指示灯说明

指示灯	说明
RUN（绿）	指示 NPC 单板状态，正常运行时亮
ALM（红）	指示 NPC 单板状态，发生告警时亮，正常运行时灭
P1~P8（绿）	对应 8 个光口的状态，有光信号时亮，无光信号时灭

3.6.18 RT-04A3-SFP

RT-04A3-SFP：4 端口 OC-3c ATM 接口板 A3D（OC-3c/STM-1c ATM Interface D type）提供 4 路标准的 155M 光接口。

- 主要功能

（1） 完成 4 路 155.52Mb/s 光电信号的转换；

（2） 映射 OC-3c 的 ATM 帧，与 NPCH 进行 4 路数据传送；

（3） 恢复线路的时钟和数据；

（4） 进行物理层和数据链路层运行、维护及性能监视等信息的提取和操作，通过 CPU 端口以中断的方式向 NPCH 报告 A3D 单板及线路的状态。

- 适用位置

RT-04A3-SFP 板与网络处理板 NPCH 通过背板对插。

- 面板

RT-04A3-SFP板的面板如 图 3.6-18所示。



图3.6-18 RT-04A3-SFP 板面板图

- 接口

RT-04A3-SFP板选用了SFP光模块，支持的端口类型不在面板上标识区分，其端口类型和特性的对应关系如 表 3.6-32所示。

表3.6-32 RT-04A3-SFP 板端口类型和特性对应表

端口类型	特性说明
MMF/2KM	LC 接头，多模光纤，1310nm 波长，最大传输距离 2km
SMF/15KM	LC 接头，单模光纤，1310nm 波长，最大传输距离 15km
SMF/40KM	LC 接头，单模光纤，1310nm 波长，最大传输距离 40km
SMF/80KM	LC 接头，单模光纤，1550nm 波长，最大传输距离 80km

- 指示灯

RT-04A3-SFP板的面板上有 6 个LED指示灯，其中每个端口有一个指示灯，分别标识为P1~P4，其各自的功能如 表 3.6-33所示。

表3.6-33 RT-04A3-SFP 板面板指示灯说明

指示灯	说明
RUN（绿）	指示 NPC 单板状态，正常运行时亮
ALM（红）	指示 NPC 单板状态，发生告警时亮，正常运行时灭
P1~P4（绿）	对应 4 个光口的状态，有光信号时亮，无光信号时灭

3.6.19 RT-02A12-SFP

RT-02A12-SFP ：2 端口 OC-12c ATM 光接口板 A12（OC-12c/STM-4c ATM Interface with SFP module）提供 2 路标准的 OC-12c/STM-4c 622M 光接口。

- 主要功能

（1） 完成 2 路 622.08Mb/s 光电信号的转换；

（2） 映射 OC-12c 的 ATM 帧，与 NPCH 进行 2 路数据传送；

（3） 恢复线路的时钟和数据；

（4） 进行物理层和数据链路层运行、维护及性能监视等信息的提取和操作，通过 CPU 端口以中断的方式向 NPCH 报告 A12 单板及线路的状态。

- 适用位置

RT-02A12-SFP 与网络处理板 NPCH 通过背板对插。

- 面板

RT-02A12-SFP板的面板如 图 3.6-19所示。

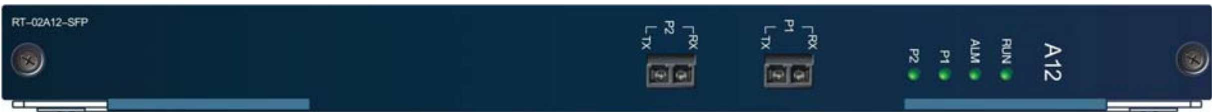


图3.6-19 RT-02A12-SFP 板面板图

- 接口

RT-02A12-SFP板选用了SFP光模块，支持的端口类型不在面板上标识区分，其端口类型和特性的对应关系如 表 3.6-34所示。

表3.6-34 RT-02A12-SFP 板端口类型和特性对应表

端口类型	特性说明
SMF/15KM	LC 接头，单模光纤，1310nm 波长，最大传输距离 15km
SMF/40KM	LC 接头，单模光纤，1310nm 波长，最大传输距离 40km
SMF/80KM	LC 接头，单模光纤，1550nm 波长，最大传输距离 80km

- 指示灯

RT-02A12-SFP板的面板上有 4 个LED指示灯，其中每个端口有一个指示灯，分别标识为P1、P2，其各自的功能如 表 3.6-35所示。

表3.6-35 RT-02A12-SFP 板面板指示灯说明

指示灯	说明
RUN（绿）	指示 NPC 单板状态，正常运行时亮
ALM（红）	指示 NPC 单板状态，发生告警时亮，正常运行时灭
P1~P2（绿）	对应 2 个光口的状态，有光信号时亮，无光信号时灭

3.7 电源模块

ZXR10　T600/T1200 系统充分考虑了路由器的应用需求。为了满足用户对设备可靠性的严格要求，对电源部分设计−48V 直流供电和 220V 交流供电两种方式。

- 当采用-48V 直流供电时，如果需要 1＋1 保护时，则先将两路-48V 直流接到电源分配盒（外置插箱），再接到 ZXR10　T600/T1200 背板；如果只提供 1 路-48V 时，则直接接到 ZXR10　T600/T1200 背板。
- 当采用 220V 交流供电时，需配置电源转换器，如中兴通讯的 ZXDU45 和 ZXDU75 模块，采用 2+1 备份方式，转换后的-48V 直流接到 ZXR10 T600/T1200 背板。

3.8 风扇插箱

ZXR10　T600/T1200 整机散热方案采用的是前下进风，后上出风的散热方式：在插箱的下部和上部各有 3 个风扇插箱，下风扇吹风，上风扇抽风，形成下上流向的风道，风扇吹入的冷气流与单板整件和电源板的热气流进行交换，主要发热的芯片采用铝散热器散热。风扇插箱采用模块化设计，可拆卸进行维护和清洁。

风扇插箱面板上有 2 个指示灯，其各自的功能如 表 3.8-1所示。

表3.8-1　风扇插箱面板指示灯功能说明

指示灯	功能说明
PWR	风扇电源指示，正常绿灯亮
ALM	风扇插箱任何一个风扇出现故障时，红灯亮

第4章 使用和操作

摘要

本章介绍了 ZXR10　T600/T1200 的常见配置方法，命令模式，以及命令行的使用。

4.1 基本配置方式

为了给用户提供最大的操作灵活性，ZXR10　T600/T1200 提供了多种配置方式，如 图 4.1-1所示。用户可以根据所连接的网络选用适当的配置方式。下面对各种配置方式进行说明。

1．　通过 COM 口进行配置，这是用户对路由器进行设置的主要方式。

2．　通过 Telnet 方式进行配置，采用这种方式可以在网络中任一位置对路由器进行配置。

3．　通过网管工作站进行配置，此时需要相应的支持 SNMP 协议的网管软件；

4．　通过 TFTP/FTP 服务器下载路由器配置文件。

5．　通过主机 Telnet 到管理网口进行设置。

6．　通过 SSH 方式进行配置，采用这种方式可以在网络中任一位置对路由器进行配置。

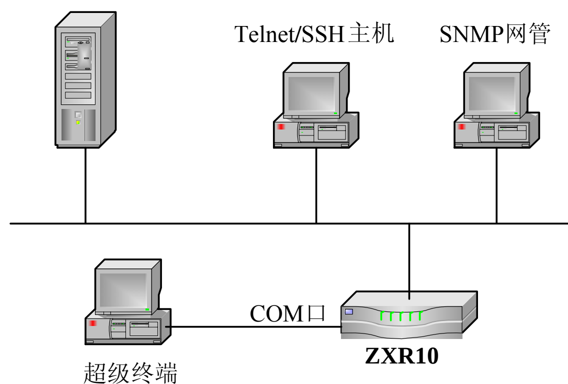


图4.1-1　ZXR10　T600/T1200 配置方式

4.1.1 串口连接配置

ZXR10　T600/T1200 随机附带串口配置线，两头均为 DB9 串行接口，连接时一头与路由器的 COM 口相连，另一头与计算机的串口相连。串口连接配置采用 VT100 终端方式，可使用 Window 操作系统提供的超级终端工具。具体步骤如下。

1. 将PC机与ZXR10　T600/T1200 进行正确连线之后，点击系统的[开始→程序→附件→通讯→超级终端]，进行超级终端连接，如 图 4.1-2所示。

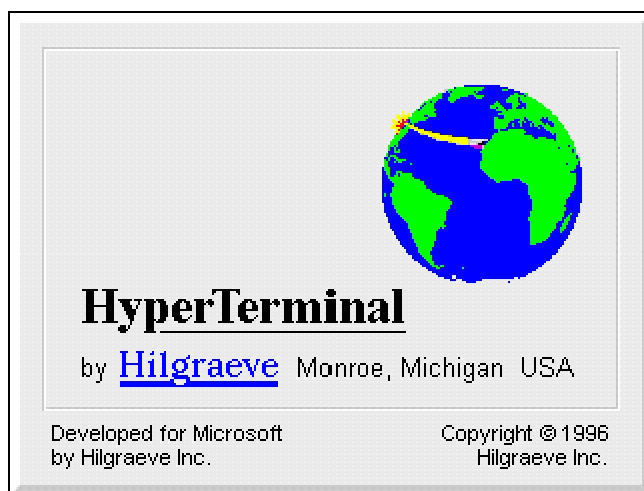


图4.1-2　超级终端连接

2. 在出现 图 4.1-3时，按要求输入有关的位置信息：国家/地区代码、地区电话号码编号和用来拨外线的电话号码。

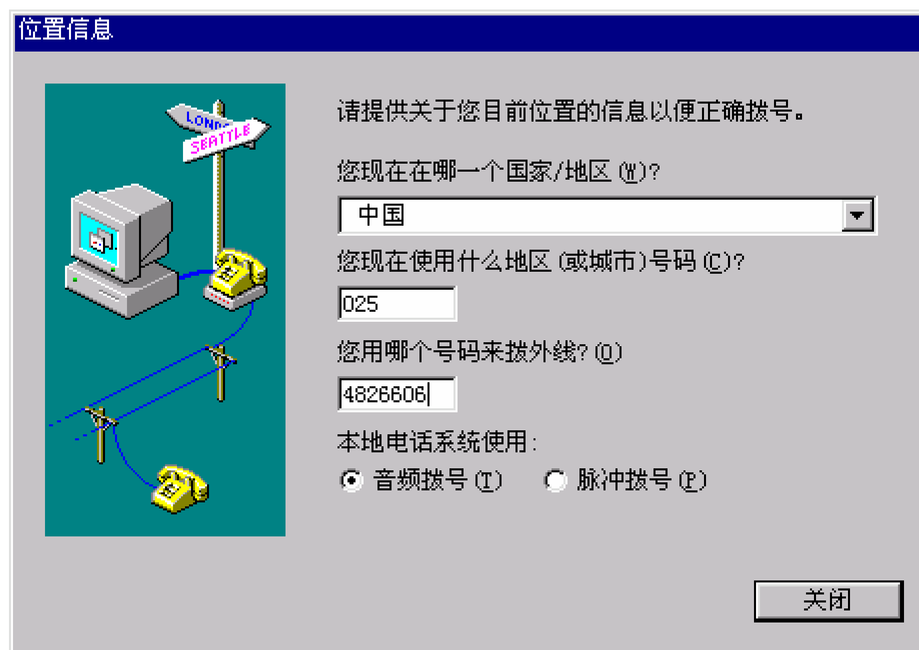


图4.1-3 位置信息

3. 弹出[连接说明]对话框时，为新建的连接输入名称并为该连接选择图标。如 图 4.1-4所示。



图4.1-4 新建连接

4. 根据配置线所连接的串行口，选择连接串行口为COM1 或者COM2。如 图 4.1-5所示。

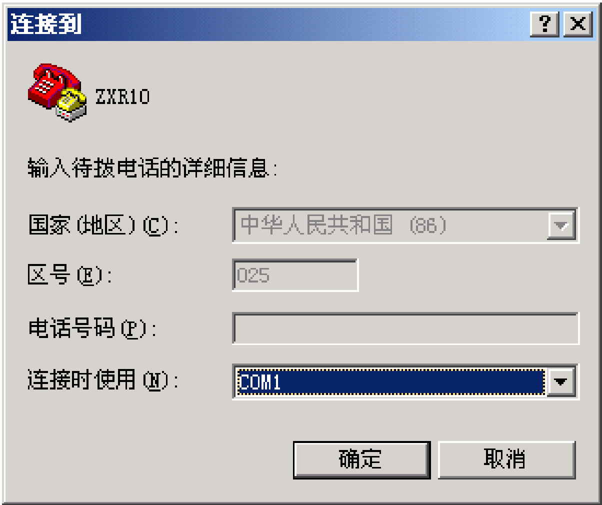


图4.1-5　连接配置资料

5．　设置所选串行口的端口属性

端口属性的设置主要包括以下内容：波特率“9600”，数据位“8”，奇偶校验“无”，停止位“1”，数据流控制“无”，如 图 4.1-6所示。

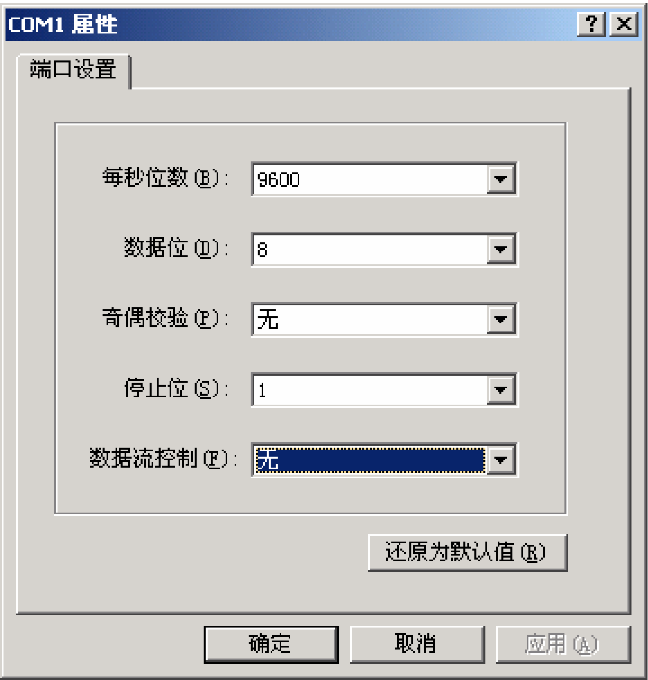


图4.1-6　端口属性配置设置

6. 串口用户名/密码验证

配置串口用户名/密码认证之后使用串口登录 T600/T1200 时也需要输入用户名和密码，增加了安全性。

串口用户名/密码认证分为本地认证和远端 radius 认证两种方式。

- 本地认证

配置步骤如下：

（1） 配置串口用户名和密码，使用 **username** <*username*> **password** <*password*> 命令。

（2） 配置串口认证方式为本地认证，系统默认为本地认证。使用命令 **user-authentication-type local**。

（3） 配置开启串口用户名/密码认证。使用命令 **line console 0** 和 **login authentication**。

示例如下：

```
ZXR10(config)#user-authentication-type local
//配置验证方式为本地认证

ZXR10(config)#username zte password zte
//配置串口用户名和密码

ZXR10(config)#line console 0
ZXR10(config-line)#login authentication
Warning:
Please make sure local or remote authentication is correctly configured.
Are you sure to configure console authentication?[yes/no]:yes
//配置串口开启认证功能
```

- 远端 radius 认证

配置步骤如下：

（1） 针对远端服务器，配置 radius 认证组

（2） 选择串口认证为 radius 认证。使用命令 user-authentication-type radius <*group*> ｛chap|pap｝

（3） 配置开启串口认证。使用命令 **line console 0** 和 **login authentication**

示例如下：

```
1.配置 radius 认证组

ZXR10(config)#radius authentication-group 1
//进入 radius 认证组 1

ZXR10 (config-auth-group-1)#server 1 192.168.5.211 key zxr10 port 1812
//配置密钥、所使用的端口号和服务器的 IP 地址，密钥必须和服务器上的设置相同。

ZXR10 (config-auth-group-1)#nas-ip-address 1.1.1.1
//配置认证报文的源地址，可以设置为 loopback 地址；此项不设则使用出端口地址
作为源地址

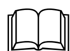
ZXR10 (config-auth-group-1)#timeout 5
//配置认证报文超时时间，默认为 3 秒

ZXR10(config-auth-group-1)#max-retries 5
//配置报文超时后的最大重试次数，默认为 3 次。

2.配置串口 radius 认证方式

ZXR10(config)#user-authentication-type radius 1 chap
//配置 radius 认证方式，此处配置为了 chap 认证

3. 串口开启认证功能
ZXR10(config)#line console 0
ZXR10(config-line)#login authentication
Warning:
Please make sure local or remote authentication is correctly configured.
Are you sure to configure console authentication?[yes/no]:yes
```



说明：

radius 认证不只对串口连接方式生效，对于 telnet 连接也是生效的。串口关闭认证，则不管路由器的认证方式是 radius 还是本地认证都不需要认证；串口开启认证，则和 telnet 用户使用相同的认证方式。

4.1.2 TELNET 连接配置

Telnet 方式通常在远程配置路由器时使用，通过连接到本地路由器以太网口的主机登录到远程路由器上进行配置。远程路由器上需要为 telnet 访问设置用户名和密码，并且本地主机能够 ping 通远程路由器。

假设远程路由器的 IP 地址为 192.168.3.1，本地主机能 ping 通该地址，远程配置操作如下。

1. 在主机上运行telnet命令，如 图 4.1-7所示。

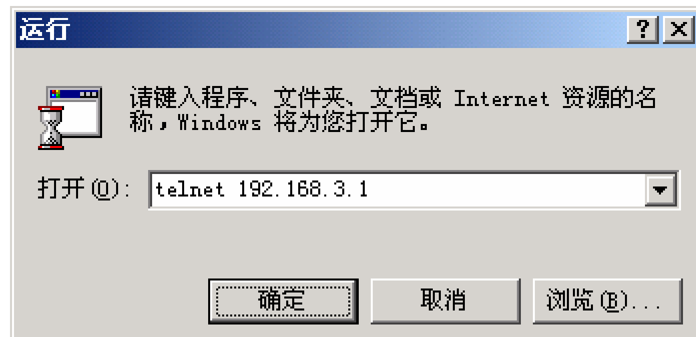


图4.1-7 运行 telnet

2. 点击<确定>按钮，显示telnet窗口，如 图 4.1-8所示。

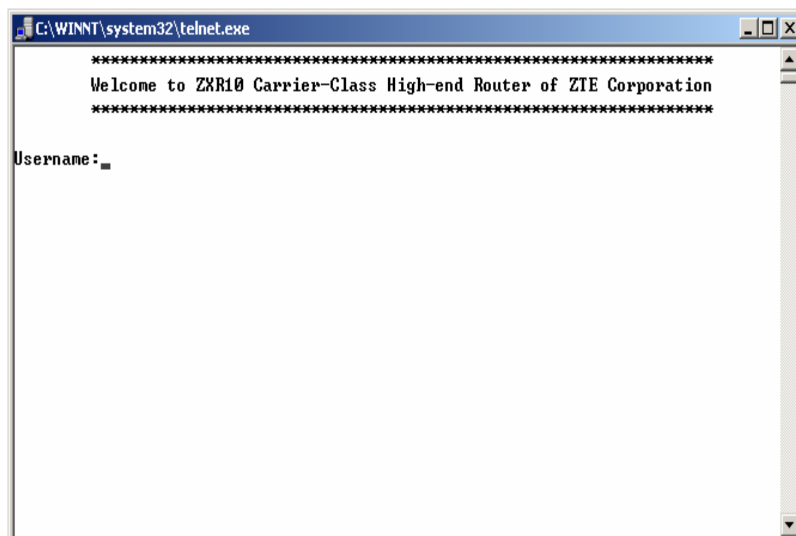


图4.1-8 ZXR10 T600/T1200 远程登录示意图

3. 根据提示输入用户名和密码，即可进入远程路由器的配置状态。

为了防止非法用户使用 Telnet 访问路由器，必须在路由器上设置 Telnet 访问的用户名和密码，只有使用设置的用户名和密码才能登录到路由器。使用以下命令配置远程登录使用的用户名和密码。

username <*username*> **password** <*password*>

4.1.3 SSH 配置

SSH 的英文全称是 Secure Shell，通过使用 SSH，可以把所有传输的数据进行加密，以防止所传输的数据或者密码被截获，而且也能够防止 DNS 和 IP 欺骗。还有一个额外的好处就是传输的数据是经过压缩的，所以可以加快传输的速度。SSH 可以以安全的方式代替 telnet 登录到远程路由器上进行配置。SSH 共需要配置 3 个部分：Radius Server、远程路由器、SSH 客户端。Radius Server 所在的机器能够 ping 通远程路由器，并且本地主机 SSH 客户端能够 ping 通远程路由器。

假设远程路由器的 IP 地址为 192.168.0.202，Radius Server IP 地址为 192.168.2.1 且能够 ping 通该地址，本地主机也能 ping 通该地址。

首先配置 Radius Server。注意，如果在远程路由器上，选择 SSH 认证为 Local，则不需要配置配置 Radius Server。以 WinRadius 为例说明 Radius Server 的配置。

1. 打开WinRadius.exe，打开菜单[添加帐号]，新增一个帐号，用户名为zte，密码为 123，点击<确定>返回，如 图 4.1-9所示。

图4.1-9　Radius Server 账号配置示意图

2. 打开菜单[系统设置]，设置NAS密钥为zxr10，认证端口 1812，点击<确定>返回，如 图 4.1-10所示。这样Radius Server就配置好了。

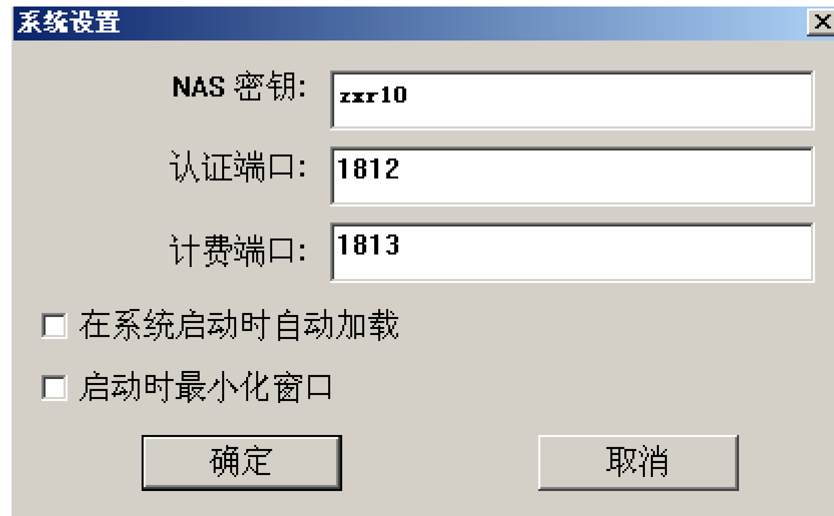


图4.1-10 Radius Server 系统配置示意图

其次配置远程路由器，具体配置步骤如下：

1. 启用 SSH 功能。

```
ZXR10(config)#ssh server enable
```

2. 配置 SSH 认证方式，SSH 认证方式有 2 种：Local 和 Radius。以 Radius 认证方式为例，如果配置了 Local 认证方式，则不需要配置 Radius Server 了。

```
ZXR10(config)#ssh server authentication mode radius
```

3. 配置 SSH 认证类型，SSH 认证有 2 种类型：pap 和 chap。下面以 chap 为例。

```
ZXR10(config)#ssh server authentication type chap
```

4. 配置 SSH 版本号，目前 SSH 有 2 个版本：1 和 2。下面以版本 2 为例。

```
ZXR10(config)#ssh server version 2
```

5. SSH 产生密钥，注意，在步骤 4 中，如果选用了版本 2，则不需要产生密钥，只有版本 1 需要此步骤。另外说明，产生密钥可能需要 15 分钟左右。

```
ZXR10(config)#ssh server generate-key
```

6. 配置 SSH 认证 isp 组序号。注意，在步骤 2 中，如果认证方式选择了 Local，则此步骤不需要配置。

```
ZXR10(config)#ssh server authentication ispgroup 1
```

7. 配置 Radius Server 参数，其中 Group Number 为步骤 6 中配置的 ispgroup，server ip 地址为 Radius Server 的 ip 地址，key 值为 Radius Server 上所配置的 NAS 密钥。注意，在步骤 2 中，如果认证方式选择了 Local，则此步骤不需要配置。

```
ZXR10(config)#radius server 1 authen master 192.168.2.1 1812 zxr10
```

最后启用 SSH 客户端，以 Putty 为例说明使用步骤。

1. 在SSH客户端启用Putty.exe，在hostname栏位中输入远程路由器IP地址192.168.0.202，界面如 图 4.1-11所示。

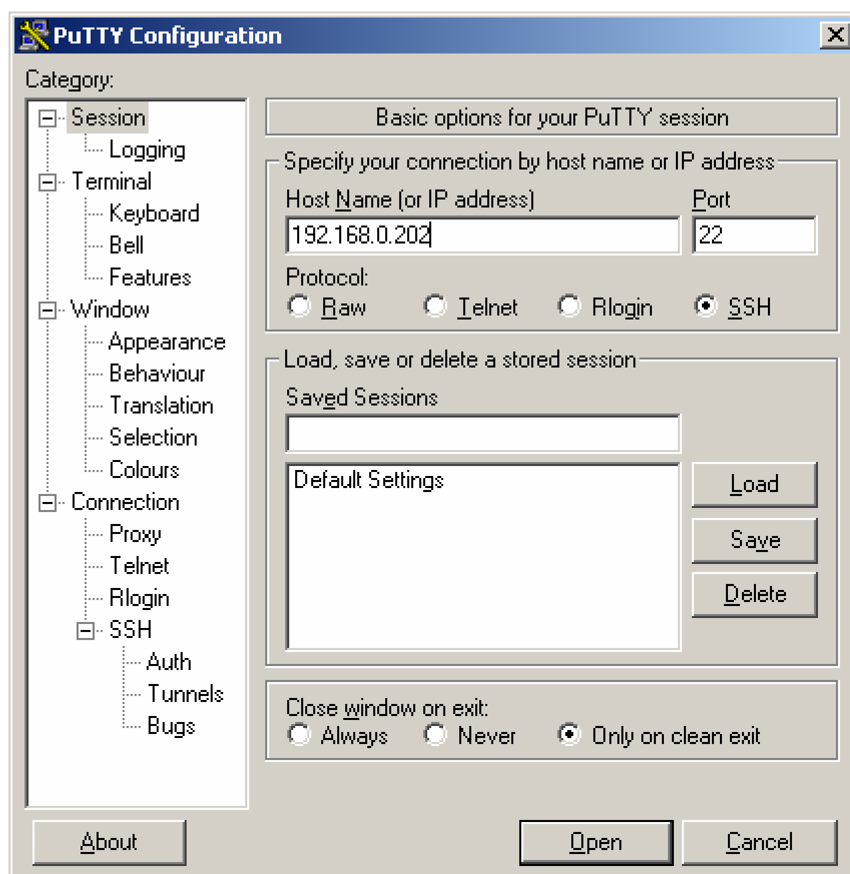


图4.1-11　SSH 客户端登录配置示意图 1

2． 选择SSH版本号为 2，如 图 4.1-12所示。

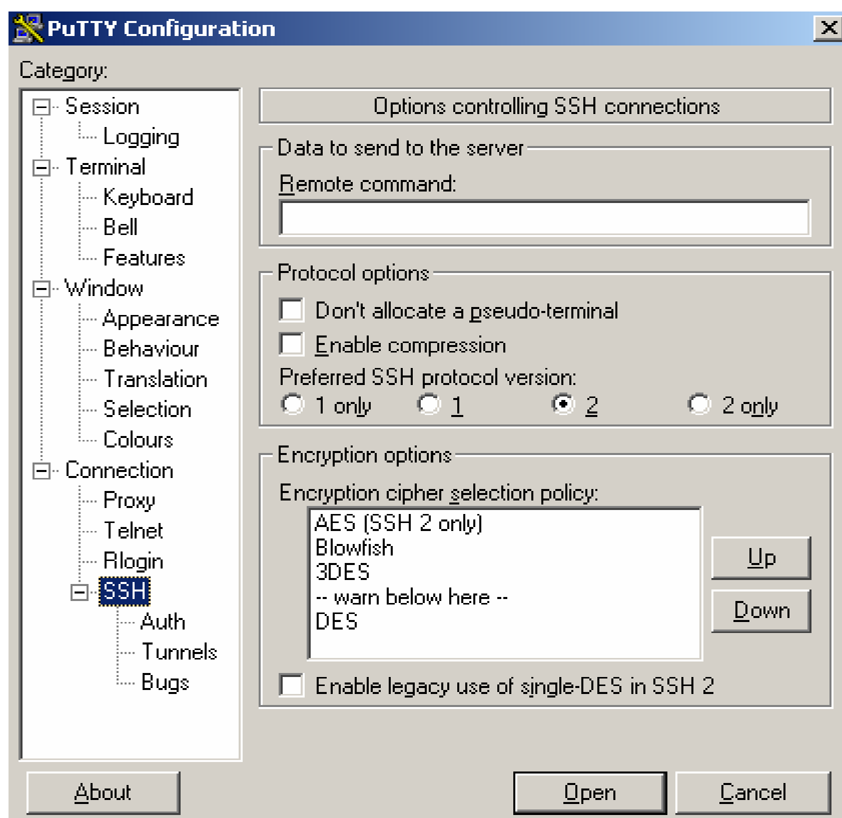


图4.1-12 SSH 客户端登录配置示意图 2

3． 单击<open>，出现如 图 4.1-13所示登录界面，在登录界面中输入用户名zte和密码 123 后就成功登录了，之后就可以像telnet一样对路由器进行配置了。

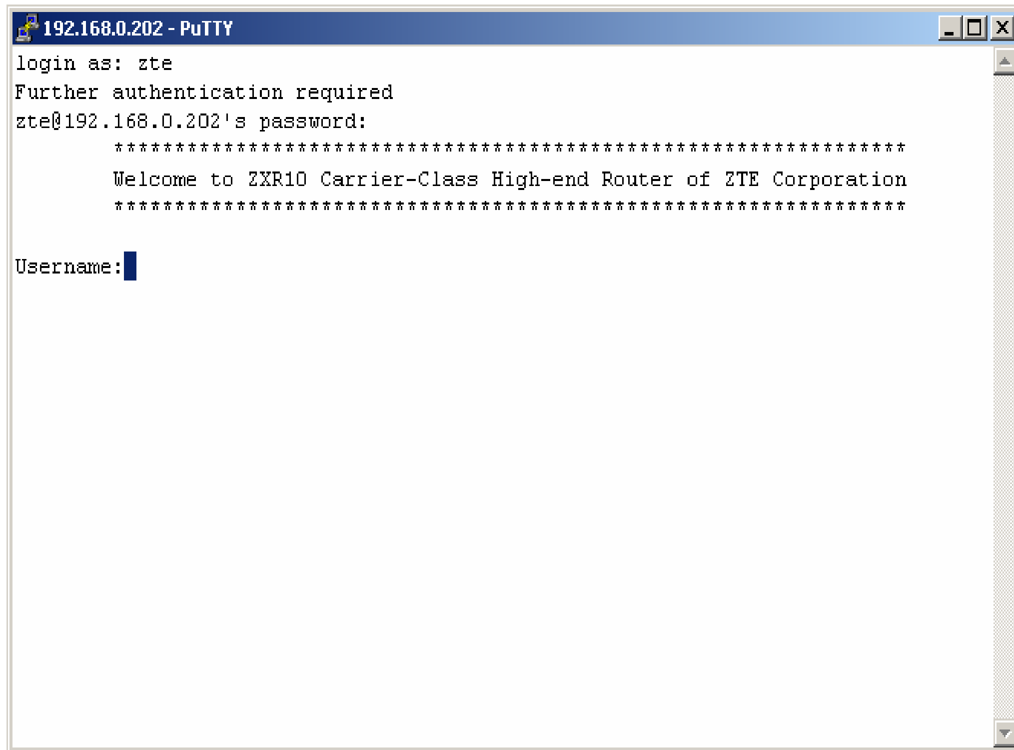


图4.1-13 SSH 登录界面 1

4. 如果选择的认证方式为Local，在如 图 4.1-14所示认证界面中直接输入telnet的用户名和密码就可以成功登录了。

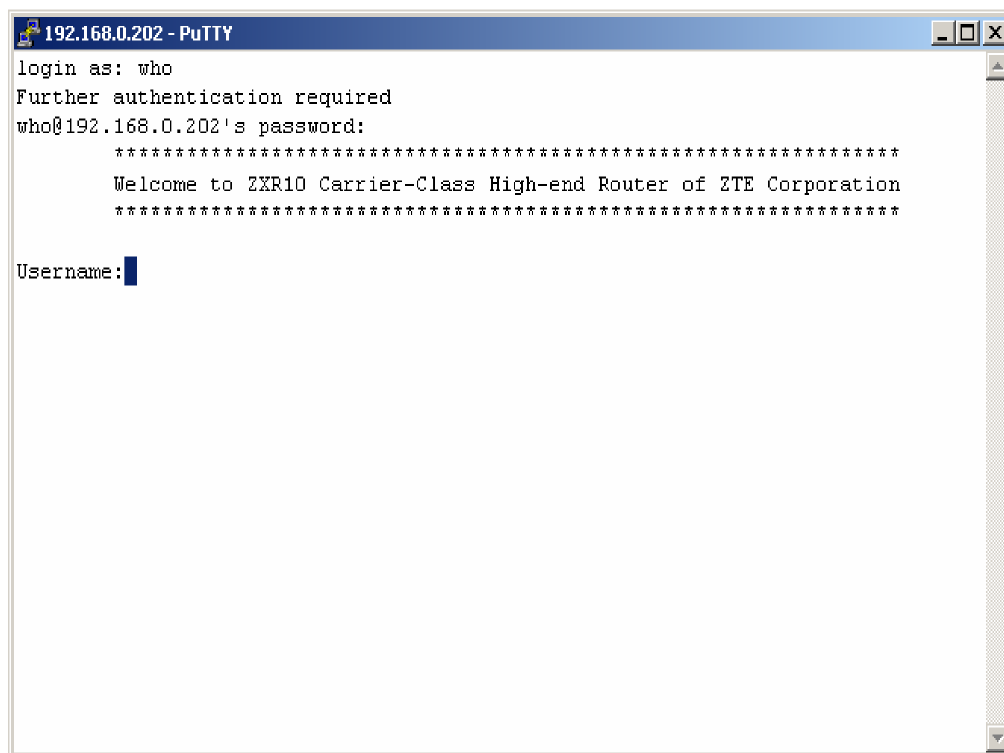


图4.1-14 SSH 登录界面 2

4.2 命令模式

为方便用户对路由器进行配置和管理，ZXR10 T600/T1200 根据功能和权限将命令分配到不同的模式下，一条命令只有在特定的模式下才能执行，在任何命令模式下输入问号（?）都可以查看该模式下允许使用的命令。ZXR10 T600/T1200 的命令模式主要包括以下几种：

- 用户模式
- 特权模式
- 全局配置模式
- 接口配置模式
- 通道化配置模式
- 路由配置模式
- 诊断模式

4.2.1 用户模式

当使用超级终端方式登录系统时，将自动进入用户模式；当使用 Telnet 方式登录时，用户输入登录的用户名和密码后进入用户模式。用户模式的提示符是路由器的主机名后跟一个“>”号，如下所示（缺省的主机名是 ZXR10）：

```
ZXR10>
```

用户模式下可以执行 **ping**，**telnet** 等命令，还可以查看一些系统信息。

4.2.2 特权模式

在用户模式下输入 **enable** 命令和相应口令后，即可进入特权模式，如下所示：

```
ZXR10>enable
Password:   (输入的密码不在屏幕上显示)
ZXR10#
```

在特权模式下可以查看到更详细的配置信息，还可以进入配置模式对整个路由器进行配置，因此必须用口令加以保护，以防止未授权的用户使用。

要从特权模式返回到用户模式，则使用 **disable** 命令。

4.2.3 全局配置模式

在特权模式下输入 **config terminal** 命令进入全局配置模式，如下所示：

```
ZXR10#configure terminal
Enter configuration commands,one par line,End with Ctrl-Z。
ZXR10(config)#
```

全局配置模式下的命令作用于整个系统，而不仅仅是一个协议或接口。

要退出全局命令模式并返回到特权模式，输入 **exit** 或 **end** 命令，或按 CTRL＋Z。

4.2.4 接口配置模式

在全局配置模式下使用 **interface** 命令进入接口配置模式，举例如下：

```
ZXR10(config)#interface fei_2/1   */fei_2/1 是接口名称，表示槽位 2 的以太网接口模块的第一个接口/*
ZXR10(config-if)#
```

在接口配置模式下可以修改各种接口的参数，详见 第 6 章 接口配置。

要退出接口配置模式并返回到全局配置模式，输入 **exit** 命令；要退出接口配置模式直接返回到特权模式，则输入 **end** 命令或按 CTRL＋Z。

4.2.5 通道化配置模式

在全局配置模式下使用 control 命令进入通道化配置模式，举例如下：

```
ZXR10(config)#control Cp3_1/1
ZXR10(config-control)#
```

需要通道化配置的接口板有 cp3。在上面的例子中，接口板 cp3 将被配置。

要退出通道化配置模式并返回到全局配置模式，输入 **exit** 命令；要退出通道化配置模式并返回到特权模式，则输入 **end** 命令或按<CTRL＋Z>。

4.2.6 路由配置模式

在全局配置模式下使用 **router** 命令进入路由配置模式，举例如下：

```
ZXR10(config)#router ospf 1
ZXR10(config-router)#
```

路由协议包括 RIP，OSPF，IS-IS，BGP。在上面的例子中，路由协议 OSPF 将被配置。

要退出路由配置模式并返回到全局配置模式，输入 **exit** 命令；要退出路由配置模式并返回到特权模式，则输入 **end** 命令或按<CTRL＋Z>。

4.2.7 诊断模式

在特权模式下使用命令 **diagnose** 进入诊断模式，如下所示：

```
ZXR10#diagnose
Test commands:
ZXR10(diag)#
```

在诊断模式下提供了诊断测试命令，使用这些命令可以对路由器各单板进行各种测试。在诊断测试时，最好不要对路由器进行配置。

要退出诊断模式并返回到特权模式，输入 **exit** 或 **end** 命令，或按 CTRL＋Z。

4.3 在线帮助

在任意命令模式下，只要在系统提示符后面输入一个问号（?），就会显示该命令模式下可用命令的列表。用上下文敏感帮助功能，还可以得到任何命令的关键字和参数列表。

1. 在任意命令模式的提示符下输入问号（?），可显示该模式下的所有命令和命令的简要说明。举例如下：

```
ZXR10>?
Exec commands:
  enable   Turn on privileged commands
  exit     Exit from the EXEC
  login    Login as a particular user
  logout   Exit from the EXEC
  ping     Send echo messages
  ping6    Send IPv6 echo messages
  quit     Quit from the EXEC
  show     Show running system information
  telnet   Open a telnet connection
  telnet6  Open a telnet6 connection
  trace    Trace route to destination
  trace6   Trace route to destination using IPv6
  who      List users who are logining on
ZXR10>
```

2. 在字符或字符串后面输入问号，可显示以该字符或字符串开头的命令或关键字列表。注意在字符（字符串）与问号之间没有空格。举例如下：

```
ZXR10#co?
configure copy
ZXR10#co
```

3. 在字符串后面按<Tab>键，如果以该字符串开头的命令或关键字是唯一的，则将其补齐，并在后面加上一个空格。注意在字符串与<Tab>键之间没有空格。举例如下：

```
ZXR10#con<Tab>
ZXR10#configure       (configure 和光标之间有一个空格)
```

4. 在命令、关键字、参数后输入问号（?），可以列出下一个要输入的关键字或参数，并给出简要解释。注意问号之前需要输入空格。举例如下：

```
ZXR10#configure ?
  terminal  Enter configuration mode
ZXR10#configure
```

如果输入不正确的命令、关键字或参数，回车后用户界面会用“^”符号提供错误隔离。“^”号出现在所输入的不正确的命令、关键字或参数的第一个字符的下方。举例如下：

```
ZXR10#von ter
      ^
% Invalid input detected at '^' marker.
ZXR10#
```

在下列实例中，假设要设置一个时钟，使用上下文敏感帮助来检查设置时钟的语法。

```
ZXR10#cl?
clear  clock
ZXR10#clock ?
  set  Set the time and date
ZXR10#clock set ?
  hh:mm:ss  Current Time
ZXR10#clock set 13:32:00
% Incomplete command.
ZXR10#
```

在上述例子的最后，系统提示命令不完整，说明需要输入其他的关键字或参数。

ZXR10 T600/T1200 还允许把命令和关键字缩写成能够唯一标识该命令或关键字的字符或字符串，例如，可以把 **show** 命令缩写成 **sh** 或 **sho**。

4.4 命令历史功能

用户界面提供了对所输入命令的记录功能，最多可以记录 10 条历史命令，该功能对重新调用长的或复杂的命令或入口特别有用。

从记录缓冲区中重新调用命令，执行下列操作之一。

命令	作用
按 Ctrl-P 或向上箭头键	重新调用记录缓冲区中的最新命令，重复这些按键向前调用旧命令
按 Ctrl-N 或向下箭头键	向后滚，到达最后一条命令行时再滚动则从缓冲区的头部开始循环滚动

在任何模式下使用 **show history** 命令可以列出该模式下最新的输入的几条命令。

第5章 系统管理

摘要

本章介绍了 ZXR10　T600/T1200 的系统管理，详细描述了 ZXR10　T600/T1200 的文件系统及其操作，并对版本升级进行了详细说明。

5.1 文件系统管理

5.1.1 文件系统介绍

在 ZXR10　T600/T1200 中，通常接触到的主要存储设备是 FLASH，ZXR10　T600/T1200 的版本文件和配置文件都存储在 FLASH 中。升级版本、保存配置都需要对 FLASH 进行操作。

FLASH 中包含三个目录，分别是 IMG，CFG，DATA。

- IMG：该目录下存放的是系统映像文件，即版本文件。版本文件以 .zar 为扩展名，是专用的压缩文件。版本升级就是更改该目录下相应的版本文件。
- CFG：这是存放配置文件的目录，配置文件的文件名为 startrun.dat。当使用命令修改路由器的配置时，这些信息存放在于内存中，为防止配置信息在路由器关电重启时丢失，需要用 **write** 命令将内存信息写入 startrun.dat。当需要清除路由器中的原有配置，重新配置数据时，可以使用 **delete** 命令将 startrun.dat 文件删除，然后重新启动路由器。
- DATA：该目录主要用于存放记录异常信息的***.zte 文件。（***指 001~050）

5.1.2 文件系统管理

ZXR10　T600/T1200 中提供许多命令用于文件操作，命令格式与 DOS 操作系统的命令类似，常见文件操作命令如下。

1. 在 FLASH 设备和 FTP 服务器或 TFTP 服务器之间拷贝文件

   copy

2. 查看当前目录路径

   pwd

3. 查看指定设备或目录下的文件和子目录信息

   dir

4. 删除当前设备指定目录下的文件

   delete

5. 进入指定文件设备或进入当前设备下的文件目录

   cd

6. 在当前目录下创建新的子文件目录

   mkdir

7. 删除指定的文件目录

   rmdir

8. 修改指定文件或目录的名称

   rename

下面通过实例操作了解文件操作命令的使用。

1. 查看 FLASH 中当前文件信息。

```
ZXR10#dir
Directory of flash:/
      Attribute       size    date         time        name
   1  drwx         512    JUN-27-2002   15:28:56    CFG
   2  drwx         512    JUN-27-2002   15:28:56    DATA
   3  drwx         512    JUL-08-2002   07:51:56    IMG
65007616 bytes total (15863808 bytes free)
ZXR10#cd img    /*进入版本目录 img*/
ZXR10#dir     /*显示当前目录信息*/
Directory of flash:/img
      attribute       size     date          time       name
   1  drwx     512          JUL-08-2002   07:51:56   .
   2  drwx     512          JUL-08-2002   07:51:56   ..
   3  -rwx     16364919     MAY-11-2005   11:37:06   ZXR10.ZAR
65007616 bytes total (15863808 bytes free)
ZXR10#
```

2. 在 FLASH 中创建目录 ABC，然后将其删除。

```
ZXR10#mkdir ABC        /*在当前目录下增加一子目录 ABC*/
ZXR10#dir              /*查看当前目录信息，发现子目录 ABC 已成功加入*/
Directory of flash:/
      attribute        size    date          time       name
   1  drwx             512     JUN-27-2002   15:28:56   CFG
   2  drwx         512     JUN-27-2002   15:28:56   DATA
   3  drwx         512     JUL-08-2002   07:51:56   IMG
   4  drwx         512     AUG-06-2003   14:58:04   ABC
65007616 bytes total (15863808 bytes free)
ZXR10#rmdir ABC        /*删除子目录 ABC*/
ZXR10#dir              /*查看当前目录信息，发现子目录 ABC 已成功删除*/
Directory of flash:/
      attribute        size    date          time       name
   1  drwx             512     JUN-27-2002   15:28:56   CFG
   2  drwx             512     JUN-27-2002   15:28:56   DATA
   3  drwx             512     JUL-08-2002   07:51:56   IMG
65007616 bytes total (15863808 bytes free)
ZXR10#
```

5.2 FTP/TFTP 配置

通过 FTP 或 TFTP，可以对路由器版本文件、配置文件进行备份与恢复。

5.2.1 FTP 配置

一般在后台启动 FTP 服务器应用软件，把路由器作为客户端进行通信。

下面以 FTP 服务器软件 WFTPD 为例说明后台 FTP 服务器的配置。

1. 执行wftpd32.exe，出现如 图 5.2-1所示界面。

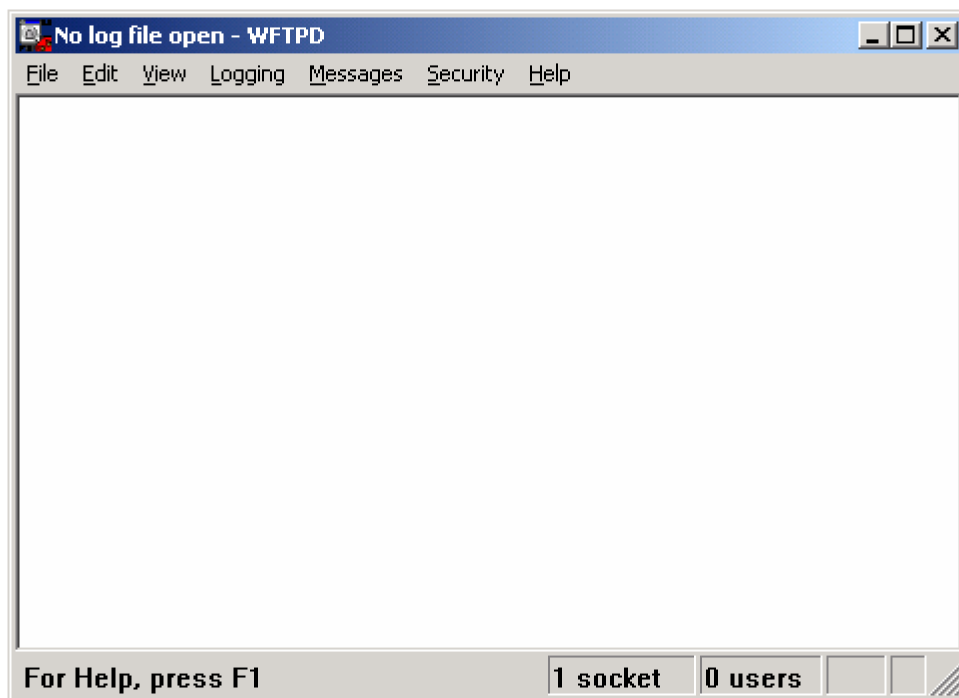


图5.2-1 WFTPD 界面

2． 点击 图 5.2-1中的菜单项[Security]，选择[User/Rights…]，出现 图 5.2-2所示的对话框。

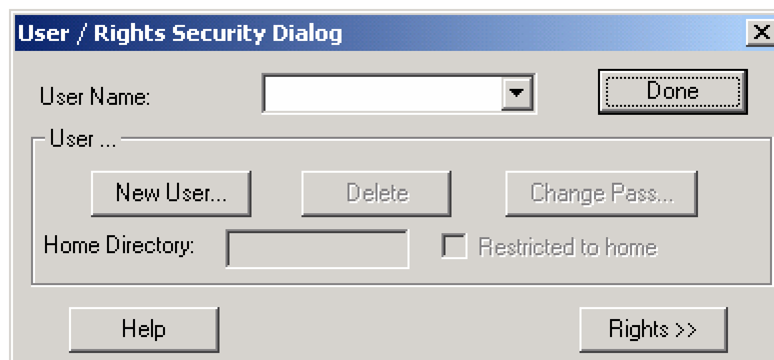


图5.2-2 User/Rights 安全设置对话框

3． 在 User/Rights 安全设置对话框中进行以下操作：

点击<New User…>按钮新建一个用户，如 target，并设置密码；

在<User Name>下拉框中选中用户名 target；

在<Home Directory>框中输入存放版本文件或配置文件的目录，如 D 盘的 IMG 目录。

完成设置后对话框显示如下：

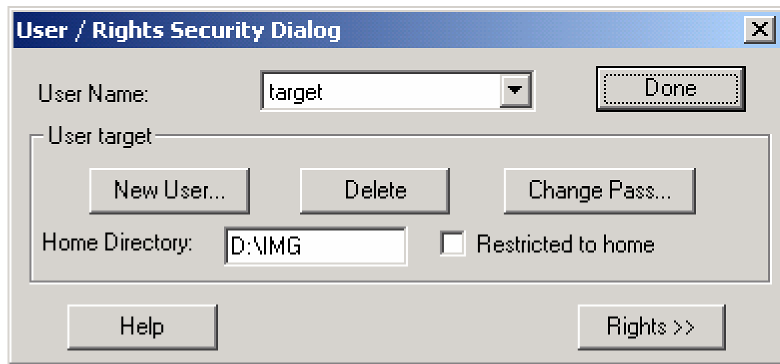


图5.2-3　User/Rights 安全设置对话框

4. 点击 图 5.2-3中的<Done>按钮，启动FTP服务器。

5.2.2 TFTP 配置

在后台主机启动 TFTP 服务器软件，把交换机作为客户端进行通信。下面以 TFTP 服务器软件 tftpd 为例说明后台 TFTP 服务器的配置。

1. 在后台主机运行tftpd软件，出现如 图 5.2-4所示界面。

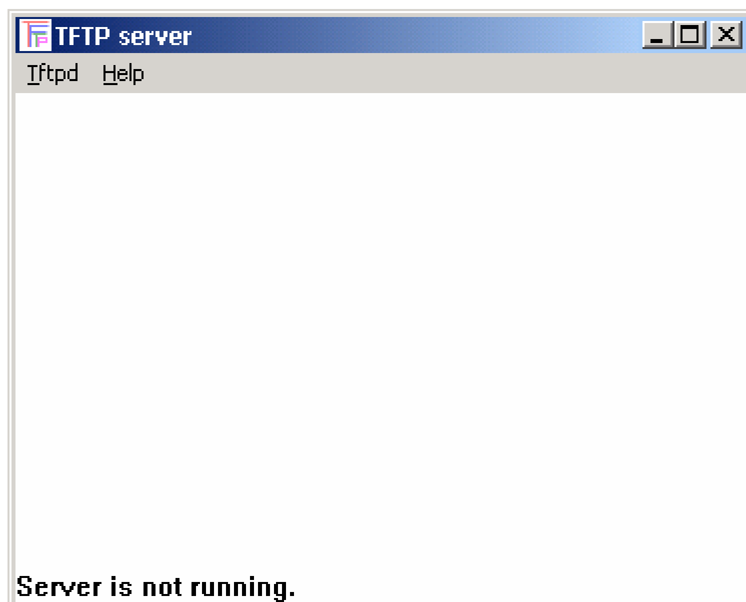


图5.2-4　TFTPD 界面

2. 点击菜单项[Tftpd→Configure]，在弹出的对话框中点击<Browse>按钮，选择存放版本文件或配置文件的目录，如 D 盘的 IMG 目录。

完成设置后对话框如 图 5.2-5所示。

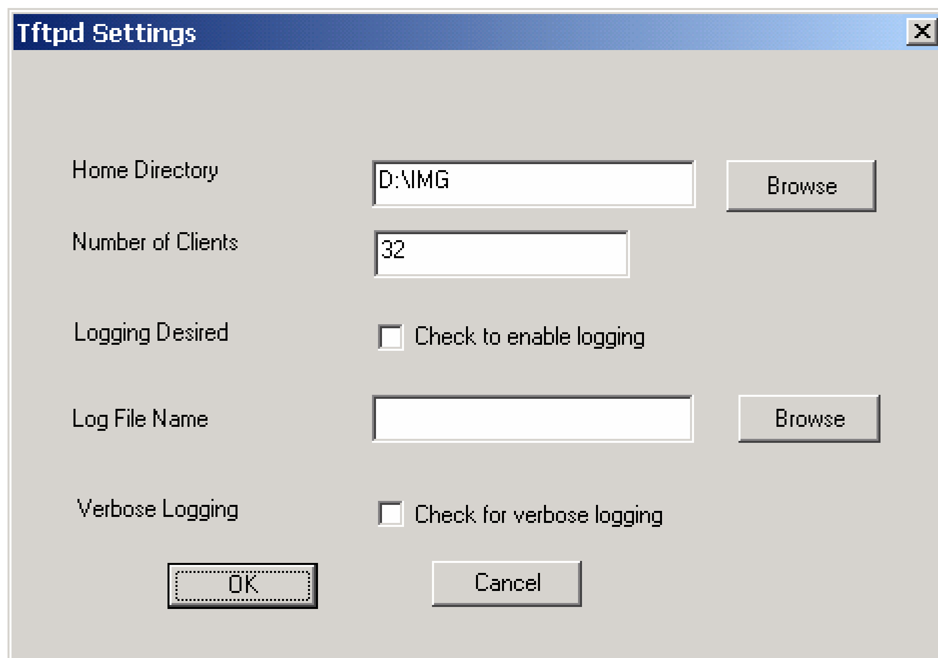


图5.2-5 Configure 对话框

3. 点击<OK>按钮完成设置。

5.3 数据备份与恢复

这里提到的数据的备份与恢复是指 FLASH 中的版本文件和配置文件的备份与恢复。

1. 配置文件保存

当使用命令修改路由器的配置时，这些信息在内存中实时运行。如果路由器重新启动，所有新配置的内容将会丢失。因此需要执行 **write** 命令将当前配置信息写入 NVRAM 和 FLASH 中，以保证配置信息在关电重启时不会丢失。下面是 **write** 命令的操作：

```
ZXR10#write ?
 flash     Write to FLASH memory
 imgfile   Write running system file to M&S UPC3
 logging   Write the alarm logging into file
```

```
 nvram    Write to NVRAM memory  <cr>
ZXR10#write
```

输入 **write** 命令后直接回车，系统将信息写入相应的设备或者文件。

2. 配置文件备份

为防止配置信息遭到破坏，可以将其备份。备份操作可用 **copy** 命令实现。

```
ZXR10#copy ?
  ftp:   Copy from ftp: file system
  root   Copy from root file system
  tftp:  Copy from tftp: file syste
ZXR10#copy
```

执行如下命令可将 FLASH 中的配置文件备份到后台 TFTP 服务器：

```
ZXR10#copy    root    flash:/cfg/startrun.dat    tftp:    mng
//168.1.1.1/startrun.dat
```

3. 配置文件恢复

执行如下命令可将 FLASH 中的配置文件从后台 TFTP 服务器恢复出来：

```
ZXR10#copy  tftp:  mng  //168.1.1.1/startrun.dat  root  flash:
/cfg/startrun.dat
```

4. 版本备份

版本备份与配置文件备份类似，使用 **copy** 命令将前台版本备份到后台服务器中。举例如下：

```
ZXR10#copy root flash: /img/zxr10.zar tftp: mng //168.1.1.1/zxr10.zar
```

5. 版本恢复

版本恢复的目的是把在后台备份的版本通过FTP或者TFTP重新传到前台。在升级失效时进行恢复操作该步骤很有必要。版本恢复操作跟版本升级操作步骤基本相同，请参见 5.4。

5.4 软件版本升级

通常只有在某些功能原有版本不支持或者某些特殊原因导致设备无法正常运行时，才需要进行版本升级。如果版本升级操作不当，可能会导致升级失败，严重者导致系统死机。因此，在进行版本升级之前，要求维护人员必须熟悉 ZXR10 T600/T1200 的原理及操作，认真学习升级步骤。

5.4.1 系统异常时的版本升级

下面描述当路由器无法正常启动运行时版本升级的具体步骤。

1. 用随机附带的配置线将 ZXR10 T600/T1200 的配置口(BIC 上的 COM 口）与后台主机串口相连,用直通以太网线将 ZXR10 T600/T1200 的管理以太口（BIC 上的 10/100M 以太网口）与后台主机网口相连。
2. 将用于升级的后台主机与 ZXR10 T600/T1200 的管理以太口的 IP 地址设置在同一网段。
3. 参照 5.2的方法启动后台FTP服务器。
4. 重新启动 ZXR10 T600/T1200,在超级终端下根据提示按任意键进入 Boot 状态。显示如下：

```
System Bootstrap, ZXR10-T1200 System Boot Version: 1.0
Creation date: Apr 18 2007, 10:55:19
  Copyright (c) 2005 by ZTE

  Press any key to stop for change parameters...
   8
   [ZXR10 Boot]:
```

在 Boot 状态下输入“c”，回车后进入参数修改状态。将启动方式改为从后台 FTP 启动，将 FTP 服务器地址改为相应的后台主机地址，将客户端地址及网关地址均改为管理以太口地址，设置相应子网掩码及 FTP 用户名和密码。参数修改完毕后，出现[ZXR10 Boot]:提示。

```
  [ZXR10 Boot]:c
  '.' = clear field;  '-' = go to previous field;  ^D = quit
  Boot Location [0:Net,1:Flash] : 0 /*0 为从后台 FTP 启动，1 表示从 FLASH
启动*/
  Client IP [0:bootp]: 168.4.168.168    /*对应为管理以太口地址*/
  Netmask: 255.255.0.0
  Server IP [0:bootp]: 168.4.168.89 /*对应为后台 FTP 服务器地址*/
  Gateway IP: 168.4.168.168         /*网关地址为管理以太口地址*/
  FTP User: target                  /*对应为 FTP 用户名 target*/
  FTP Password:                     /*对应为 target 用户密码*/
  FTP Password Confirm:
  Boot Path: zxr10.zar          /*使用缺省*/
  Enable Password:                  /*使用缺省*/
  Enable Password Confirm:          /*使用缺省*/
  [ZXR10 Boot]:
```

5. 输入“@”mailto:敲入@，回车后系统自动从后台FTP服务器启动版本。

```
[ZXR10 Boot]:@
Loading...  get file zxr10.zar[29641193] successfully!
file size 29641193.
mem_seek ok 1874344 offset 141986357.
 Inflation: 1874344 ===> 5777611
 Maxium Memory : 41776
inflate_mem ok.
4499952(Text) + 754840(Data) + 6086068(BSS)
Startup MPU...

Enable MPU L2 cache............................... [  OK  ]
Read NvRam........................................ [  OK  ]
Configure flash card..............................[  OK  ]
Copy img files....................................[  OK  ]
Reset All Cards...................................[  OK  ]
Initialize NvRam..................................[  OK  ]
Board interrupts initialized......................[  OK  ]
Start version ftp server..........................[  OK  ]
0x3d6068c (tZxr10Main):

               Restricted Rights Legend

               ZTE Corporation.
               YuHuaTai District, Nanjing, China

ZXR10 Router Operating System Software, ZTE Corporation
ZXR10-T1200 ROS Software, Version V4.6.02, (RELEASE SOFTWARE)
Compiled Jul 12 2005, 14:50:14
Copyright (c) 2000-2005 by ZTE Corporation
ZXR10-T1200 Intel Pentium Processor with 512M bytes of memory
8K bytes of non-volatile configuration memory
64M bytes of processor board System flash (Read/Write)

Synchronizing ...............................................
..................................\OK!

*****************************************************************
  Welcome to ZXR10 Carrier-Class High-end Router of ZTE Corporation
 ****************************************************************
*

 ZXR10>
```

6. 如果正常启动，用 **show version** 命令查看新的版本是否已在内存中运行，若仍为旧版本，说明从后台服务器启动失败，须从步骤 1 开始重新进行操作。

7. 用 **delete** 命令将 FLASH 中 IMG 目录下旧的版本文件 zxr10.zar 删除。如果 FLASH 的空间足够，也可以不用删除旧版本，将其改名即可。

8. 将后台 FTP 服务器中的新版本文件拷入 FLASH 的 IMG 目录中。版本文件名为 zxr10.zar。

```
ZXR10#copy ftp: mng //168.4.168.89/zxr10.zar@target:target root
flash:/img/zxr10.zar
Starting copying file
..................................................................
..................................................................
......................................
file copying successful.
ZXR10#
```

9. 查看 FLASH 中是否有新的版本文件。如果不存在，说明拷贝失败，需执行步骤 8 重新拷贝版本。

10. 重新启动 ZXR10 T600/T1200，按照步骤 4 中的办法，将启动方式改为从 FLASH 启动。这时“Boot path”自动变为“/flash/img/zxr10.zar”，如果实际文件名不是 zxr10.zar，需要修改文件名为 zxr10.zar。

 说明：

启动方式也可以在全局配置模式下用 **nvram imgfile-location local** *命令改为从 FLASH 启动。*

11. 在[ZXR10 Boot]:下输入“@”mailto:敲入@，回车后系统将从FLASH中启动新版本。

12. 正常启动后，查看运行的版本，确认升级是否成功。

5.4.2 系统正常时的版本升级

如果升级之前路由器运行正常，版本升级的方法有多种，如将路由器作为 FTP 或 TFTP 的客户端来拷贝版本，利用 FTP 还可以进行远程升级。下面是将 ZXR10 T600/T1200 作为 FTP 的客户端，在本地进行升级的步骤。

1. 用随机附带的配置线将 ZXR10 T600/T1200 的配置口（BIC 上的 COM 口）与后台主机串口相连，用直通以太网线将 ZXR10 T600/T1200 的管理以太口（BIC 上的 10/100M 以太网口）与后台主机网口相连。
2. 将用于升级的后台主机与 ZXR10 T600/T1200 的管理以太口的 IP 地址设置在同一网段，保证后台主机能够 ping 通管理以太口地址。
3. 参照 5.2的方法启动后台FTP服务器。
4. 查看当前运行版本的信息。
5. 用 **delete** 命令将 FLASH 中 IMG 目录下旧的版本文件删除。如果 FLASH 的空间足够，也可以不用删除旧版本，将其改名即可。
6. 将后台 FTP 服务器中的新版本文件拷入 FLASH 的 IMG 目录中。版本文件名为 zxr10.zar。

```
ZXR10#copy ftp: mng //168.4.168.89/zxr10.zar@target:target root flash:/img/zxr10.zar
Starting copying file
.............................................................
.............................................................
....................................
file copying successful.
ZXR10#
```

7. 查看 FLASH 中 IMG 目录下是否有新的版本文件。如果不存在，说明拷贝失败，需执行步骤 5 重新拷贝版本。
8. 重新启动路由器，正常启动后，查看运行的版本，确认升级是否成功。

5.5 系统参数设置

这一节讲述 ZXR10 T600/T1200 的系统参数设置，包括主机名、特权模式密码等的设置。

1. 设置系统主机名

   系统缺省的主机名为 ZXR10，在全局配置模式下使用 **hostname** 命令可以改变主机名。

   改变主机名后重新登录路由器，提示符中将使用新的主机名。

2.　设置系统启动时的问候语

用 **banner** 命令可设置问候语，问候语以自定义的字符开始和结束，举例如下：

```
ZXR10(config)#banner incoming #
Enter TEXT message.  End with the character '#'.
***********************************
   Welcome to ZXR10 Router World
***********************************
#
ZXR10(config)#
```

3.　设置特权模式密码

在特权模式下可以设置操作参数，还可以进入配置模式。为防止未经授权的人员随意修改配置，必须设置进入特权模式的密码。

使用 **enable secret** 命令设置特权模式密码。

4.　设置 Telnet 用户和密码

username <*username*> **password** <*password*>

用户名和密码的密文显示功能：**service password-encryption**

在全局配置模式下配置 **service password-encryption** 命令后，再配置用户名和密码，将采用密文方式显示密码；先配置用户名再配置 **service password-encryption** 命令也能达到同样的效果。举例如下：

```
ZXR10(config)#service password-encryption
ZXR10(config)#username who password who
ZXR10(config)#show  username
Username         Password                  Privilege
who             67dbc831b72f2cc1bde    1
               fadc6d01576860520ed
               51d20eb108a4da502fd
               b5a6749
```

5.　设置系统时间

clock set <*current-time*> <*month*> <*day*> <*year*>

5.6 系统信息查看

在 ZXR10　T600/T1200 上，一般使用 **show** 命令来查看信息，这里主要介绍版本信息和配置信息的查看。

1. 显示系统软件及硬件版本信息

show version

执行 **show version** 命令后显示类似下面的信息：

```
Zxr10#show version
ZXR10 Router Operating System Software, ZTE Corporation
ZXR10 ROS Version V4.6.03
ZXR10 T600 Software, Version V2.6.03.B, RELEASE SOFTWARE
Copyright (c) 2000-2005 by ZTE Corporation
Compiled Jun 12 2007, 14:06:35
System image files are flash:</zxr10.zar>
System uptime is 0 days, 1 hours, 40 minutes

[RPU, Panel 1, master]
Main processor: PENTIUM M with 1024M bytes of memory
ROM: System Bootstrap, Version: ZXR10 BOOT 2.6.02, RELEASE SOFTWARE

[RPU, Panel 2, slave]
Main processor: PENTIUM M with 1024M bytes of memory
ROM: System Bootstrap, Version: ZXR10 BOOT 2.6.02, RELEASE SOFTWARE

[MPU, Panel 1, master]
Main processor: PENTIUM M with 512M bytes of memory
8K bytes of non-volatile configuration memory
64M bytes of processor board System flash (Read/Write)
ROM: System Bootstrap, Version: ZXR10 BOOT 2.6.02, RELEASE SOFTWARE
System serial: 15078

[MPU, Panel 2, slave]
Main processor: PENTIUM M with 512M bytes of memory
8K bytes of non-volatile configuration memory
64M bytes of processor board System flash (Read/Write)
ROM: System Bootstrap, Version: ZXR10 BOOT 2.6.02, RELEASE SOFTWARE
System serial: 15078

[SFC, Panel 2, master]
Main processor: PowerPC 8245 with 32M bytes of memory
```

```
  ROM: System Bootstrap, Version: ZXR10 BOOT 2.6.02, RELEASE SOFTWARE

  [NPCH, Panel 1]
  Main processor: XSCALE with 512M bytes of memory in slot 1
  System with multiple processors (2 Network processors)
  Every network processor with 512M bytes of memory
  ROM(4M): System Bootstrap, Version:ZXR10 BOOT 2.6.02 001, RELEASE
SOFTWARE

  FPGA Version(Switch) : V16
  CPLD Version(Np) : V16
  CPLD Version(Interface) : V18

  [NPCIX, Panel 2]
  Main processor: XSCALE with 768M bytes of memory in slot 2
  System with multiple processors (2 Network processors)
  Every network processor with 768M bytes of memory
  ROM(4M): System Bootstrap, Version:ZXR10 BOOT 2.6.03 001, RELEASE
SOFTWARE

  CPLD Version(Np) : V16
  CPLD Version(Interface) : V1

  [NPCIX, Panel 4]
  Main processor: XSCALE with 768M bytes of memory in slot 4
  System with multiple processors (2 Network processors)
  Every network processor with 768M bytes of memory
  ROM(4M): System Bootstrap, Version:ZXR10 BOOT 2.6.03 001, RELEASE
SOFTWARE

  CPLD Version(Np) : V16

  [NPCIX, Panel 8]
  Main processor: XSCALE with 768M bytes of memory in slot 8
  System with multiple processors (2 Network processors)
  Every network processor with 768M bytes of memory
  ROM(4M): System Bootstrap, Version:ZXR10 BOOT 2.6.03 001, RELEASE
SOFTWARE

  CPLD Version(Np) : V16
  T1200-304-B33#
```

2. 显示当前运行的配置信息

show running-config

5.7 硬件信息察看

在 T600/T1200 中，可通过相关 **show** 命令查看系统的硬件信息。可查看温度、风扇电源和光模块的信息：

- 温度：对温度进行监测，显示具体的温度值。

  各单板包括 UPC3， NPCIX，NPCH， SFC3，BIC，在硬件单板上都放置了温度传感器，可以测试单板工作的环境温度和重点芯片的工作温度。软件通过读取温度传感器相关寄存器的温度值，与系统设定的温度域值进行比较，超限则报警。

- 风扇：对风扇的运转情况进行检测监控，显示风扇的工作状态。

  系统中的风扇目前共有 22 个，其中分插箱上风扇 8 个、插箱下风扇 8 个以及机架顶部风扇 6 个。系统通过 BIC 单板的单片机对风扇运转状况进行监测，软件直接从 BIC 单板获取风扇的状态，当发现有停转的风扇则报警。

- 电源：显示电源的在位、电流、电压和故障信息。

  在系统中，BIC 采用串口直接与电源的串口连接，从而获取相关电源的状态信息。

- 光模块：显示光接口的状态信息。

  信息包括光模块是否配置、光模块的类型（XFP、SFP、GBIC、XENPAK）、波长、传输距离、功率、厂家信息、设备序列号和接口的 UP/DOWN（Phy）物理状态。

常见的命令和系统回显信息如下：

1. 查看温度

- 查看温度显示支持的类型

```
zxr10(config)#show temperature ?
  environment  Show the rack temperature
  np          Show NP temperature
  sfc         Show SFC temperature
  upc         Show UPC temperature
```

- 查看环境温度

```
zxr10(config)#show temperature environment
Codes: C - centigrade degree, F - fahrenheit degree

Temperature:40C/104F
Low threshold: -40C/-40F
First high threshold: 55C/131F
Second high threshold: 70C/158
```

- 查看主 sfc 温度

```
zxr10(config)#show temperature sfc master
Codes: C - centigrade degree, F - fahrenheit degree

Temperature:41C/105F
Low threshold: -40C/-40F
First high threshold: 55C/131F
Second high threshold: 70C/158F
```

- 查看备 sfc 温度（本例中机架上只插有一块 sfc）

```
zxr10#show temperature sfc slave
Specified board not exist
```

- 查看主 upc 温度

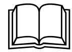
```
zxr10#show temperature upc master
Codes: C - centigrade degree, F - fahrenheit degree

Temperature:47C/116F
Low threshold: -40C/-40F
First high threshold: 55C/131F
Second high threshold: 70C/158
```

- 查看备 upc 温度

```
zxr10#show temperature upc slave
Codes: C - centigrade degree, F - fahrenheit degree

Temperature:47C/116F
Low threshold: -40C/-40F
First high threshold: 55C/131F
Second high threshold: 70C/158F
```



说明：

系统暂不支持线卡温度的显示。

2. 查看风扇运行状况

- 查看各风扇运行状况。风扇工作正常时，显示如下：

```
zxr10#show fan
CabinetFan:  1  2  3  4  5  6  is normal.
TrunkFanTop:  1  2  3  4  5  6  7  8  is normal.
TrunkFanBottom:  1  2  3  4  5  6  7  8  is normal.
```

- 若没有接 bic 上的 fan 监控线，显示如下：

```
zxr10#show fan
CabinetFan:  fail to work.
TrunkFanTop:  fail to work.
TrunkFanBottom:  fail to work.
```

- 机架上标明 fan1 和 fan2 的接口分别插 TrunkFanTop 和 TrunkFanBottom 的监控线。

  以 TrunkFanTop 为例，如果不接对应的 fan1 接口，则不能将对应风扇的状态上报给软件。该组风扇状态为 fail to work，显示如下：

```
zxr10#show fan
CabinetFan:  1  2  3  4  5  6  is normal.
TrunkFanTop:  fail to work.
TrunkFanBottom:  1  2  3  4  5  6  7  8  is normal.
```

TrunkFanTop 和 TrunkFanBottom 各自的电源供给分别是通过 fan1、fan2 接口旁的 ower 接口，若不接该线，也显示 fail to work

```
zxr10#show fan
CabinetFan:  1  2  3  4  5  6  is normal.
TrunkFanTop:  fail to work.
TrunkFanBottom:  fail to work.
```

3. 查看电源信息

- 电源正常时，显示如下：

```
zxr10#sho power
AC power online
PowerACVoltage: 227 V
```

```
PowerACCurrent: 2.00 A
the current power: 454.0 W
Power Module 1 work normally
Power Module 2 3 work normal
```

- 若未接 bic 上的 power 监控线，显示如下：

```
zxr10#show power
Power Unsupport
```

4. 查看光模块信息

不同厂商、不同型号的光模块对信息读取的支持程度不同，下面是 T600/T1200 系统对部分光模块进行信息读取的实例：

- 光模块厂商：Fiberxon

光模块参数：FTM-3001C-L15 1310nm 155M SFP 21CFR(J)Class

支持情况：支持不全。显示如下：

```
zxr10#show opticalinfo interface gei_2/1

  The opticalModule is online
  The transceiver type   : SFP
  SONET Compliance Codes : OC 3, single mode intermediate reach
  Gigabit Ethernet Compliance Codes : no compliance
  Infiniband Compliance Codes : no compliance
  Transfers distance :9/125    ¦Ìm fiber 15000 (m)
                   50/125   ¦Ìm fiber 0 (m)
                   62.5/125 ¦Ìm fiber 0 (m)
                   copper   line     0 (m)
  Laser Wavelength : unsupported
  Measured RX input Power  :  unsupported
  Measured TX output Power :  unsupported
  Vendor name : FIBERXON INC.
  Vendor PN   : FTM-3001C-L15
  Vendor rev  : 10
  Vendor SN   : 2D210060805503
```

- 光模块厂商：Fiberxon

光模块参数：FTM-3006C-L15 1310nm 622M SFP 21CFR(J)Class

支持情况：支持不全。显示如下：

```
zxr10#show opticalinfo interface gei_2/4
```

```
  The opticalModule is online
  The transceiver type   : SFP
  SONET Compliance Codes : no compliance
  Gigabit Ethernet Compliance Codes : no compliance
  Infiniband Compliance Codes : no compliance
  Transfers distance :9/125   ¦Ìm fiber 15000 (m)
                      50/125   ¦Ìm fiber 0 (m)
                      62.5/125 ¦Ìm fiber 0 (m)
                      copper   line    0 (m)
  Laser Wavelength : unsupported
  Measured RX input Power  :  unsupported
  Measured TX output Power :  unsupported
  Vendor name : FIBERXON INC
  Vendor PN   : FTM-3006C-L
  Vendor rev  :
  Vendor SN   : H11H092
```

- 光模块厂商：Fiberxon

  光模块参数：FTM-8012C-L　850nm　1.25G SFP 21CFR(J)Class

  支持情况：支持不全。显示如下：

```
zxr10#show opticalinfo interface gei_2/1

  The opticalModule is online
  The transceiver type   : SFP
  SONET Compliance Codes : no compliance
  Gigabit Ethernet Compliance Codes : 1000BASE-sx
  Infiniband Compliance Codes : no compliance
  Transfers distance :9/125   ¦Ìm fiber 0 (m)
                      50/125   ¦Ìm fiber 550 (m)
                      62.5/125 ¦Ìm fiber 270 (m)
                      copper   line    0 (m)
  Laser Wavelength : 850 nm
  Measured RX input Power  :  unsupported
  Measured TX output Power :  unsupported
  Vendor name : FIBERXON INC.
  Vendor PN   : FTM-8012C-L
  Vendor rev  : 10
  Vendor SN   : 2V660061102797
```

- 光模块厂商：Fiberxon

  光模块参数：FTM-3012C-L　1310nm 1.25G SFP 21CFR(J)Class

  支持情况：支持不全。显示如下：

```
zxr10#show opticalinfo interface gei_2/4

  The opticalModule is online
  The transceiver type   : SFP
  SONET Compliance Codes : no compliance
  Gigabit Ethernet Compliance Codes : 1000BASE-lx
  Infiniband Compliance Codes : no compliance
  Transfers distance :9/125    ¦Ìm fiber 10000 (m)
                     50/125   ¦Ìm fiber 550 (m)
                     62.5/125 ¦Ìm fiber 550 (m)
                     copper   line    0 (m)
  Laser Wavelength : 1310 nm
```

- 光模块厂商：Fiberxon

  光模块参数：FTM-3128C-L15 1310nm 155M-2.67G SFP 21CFR(J)Class

  支持情况：支持。显示如下：

```
zxr10#show opticalinfo interface gei_2/1

  The opticalModule is online
  The transceiver type   : SFP
  SONET Compliance Codes : OC 48, intermediate reach
  Gigabit Ethernet Compliance Codes : 1000BASE-lx
  Infiniband Compliance Codes : no compliance
  Transfers distance :9/125    ¦Ìm fiber 15000 (m)
                     50/125   ¦Ìm fiber 0 (m)
                     62.5/125 ¦Ìm fiber 0 (m)
                     copper   line    0 (m)
  Laser Wavelength : 1310 nm
  Measured RX input  Power :  0.730 dBm
  Measured TX output Power :  1.001 dBm
  Vendor name : FIBERXON INC.
  Vendor PN   : FTM-3128C-L15
  Vendor rev  : 10
  Vendor SN   : 2T220061104818
  Measured RX input Power  :  unsupported
```

```
  Measured TX output Power :  unsupported
  Vendor name : FIBERXON INC.
  Vendor PN   : FTM-3012C-L
  Vendor rev  : 10
  Vendor SN   : 2W630062284512
```

- 光模块厂商：Photon

  光模块参数：PT7320-41-1T SFP

  支持情况：支持不全。显示如下：

```
zxr10#show opticalinfo interface gei_2/4

  The opticalModule is online
  The transceiver type   : SFP
  SONET Compliance Codes : no compliance
  Gigabit Ethernet Compliance Codes : 1000BASE-lx
  Infiniband Compliance Codes : no compliance
  Transfers distance :9/125    ¦Ìm fiber 10000 (m)
                      50/125   ¦Ìm fiber 0 (m)
                      62.5/125 ¦Ìm fiber 0 (m)
                      copper   line    0 (m)
  Laser Wavelength : 1310 nm
  Measured RX input Power  :  unsupported
  Measured TX output Power :  unsupported
  Vendor name : PHOTON
  Vendor PN   : PT7320-51-1TP
  Vendor rev  : 2.0
  Vendor SN   : A0000485217
```

- 光模块厂商：Photon

  光模块参数：PT7320-51-1T SFP

  支持情况：支持不全。显示如下：

```
zxr10#show opticalinfo interface gei_2/4

  The opticalModule is online
  The transceiver type   : SFP
  SONET Compliance Codes : no compliance
  Gigabit Ethernet Compliance Codes : 1000BASE-lx
  Infiniband Compliance Codes : no compliance
  Transfers distance :9/125    ¦Ìm fiber 10000 (m)
```

```
                 50/125   ¦Ìm fiber 0 (m)
                 62.5/125 ¦Ìm fiber 0 (m)
                 copper   line    0 (m)
Laser Wavelength : 1310 nm
Measured RX input Power  :  unsupported
Measured TX output Power :  unsupported
Vendor name : PHOTON
Vendor PN   : PT7320-51-1TP
Vendor rev  : 2.0
Vendor SN   : A0000485217
```

第6章 接口配置

摘要

本章详细介绍了 ZXR10　T600/T1200 上各种类型的接口以及各自的配置，并提供了许多与其他设备对接的实例。

6.1 接口配置介绍

6.1.1 接口类型说明

路由器上的接口可以分为两大类：物理接口和逻辑接口。

- 物理接口是实际存在的接口，如局域网的以太网接口、广域网的 POS 接口、ATM 接口、CP3 接口。
- 逻辑接口是需要通过配置来创建，是虚拟接口，如 CP3 的子接口、Loopback 接口。

6.1.2 接口命名规则

ZXR10　T600/T1200 按下列方式对接口进行命名：

1. 物理接口命名方式：<接口类型>_<槽位号>/<端口号>.<子接口或通道号>

- <接口类型>包括以下几种：

<接口类型>	对应物理接口
fei	快速以太网接口
gei	千兆以太网接口
pos3	155M POS 接口
pos48	2.5G POS 接口
atm155	155M ATM 接口
cp3	CP3 接口

- <槽位号>：由线路接口模块安装的物理插槽决定，取值范围 1~8 或者 1~16。
- <端口号>：是指分配给线路接口模块连接器的号码。取值范围和端口号的分配因线路接口模块型号的不同而不同。
- <子接口或通道号>：子接口号或通道化 CP3 接口的通道号。

2．　逻辑接口命名方式：<接口类型><子接口>

- <接口类型>包括以下几种：

<接口类型>	对应逻辑接口
loopback	环回接口
tunnel	TUNNEL 接口
multilink	多链接口
smartgroup	SMARTGROUP 接口
vlan	VLAN 子接口

- <子接口号>：子接口号。

接口命名举例如下：

gei_1/1　　表示 1 号槽位千兆以太网接口板上的第 1 个端口

pos3_4/1　　表示 4 号槽位 155M POS 接口板上的第 1 个端口

fei_2/8　　表示 2 号槽位快速以太网接口板上的第 8 个端口

cp3_5/1.1:1　　表示 5 号槽位 CP3 接口板 1 号端口第 1 个通道时隙组

loopback2　　表示接口类型为 loopback 的编号为 2 的接口

multilink64　　表示多链接口编号为 64 的接口

smartgroup64　　表示 smartgroup 接口编号为 64 的接口

6.1.3 接口信息查看

ZXR10　T600/T1200 提供了 **show ip interface** 命令查看接口的状态和具体信息。

6.2 以太网接口配置

ZXR10　T600/T1200 的以太网接口包括快速以太网接口和千兆以太网接口。

快速以太网接口可以在 10M 或 100M 速率下工作，支持全双工和半双工方式，具有自动协商功能，缺省为自动协商模式。

千兆以太网接口的工作模式缺省为自动协商模式，工作速率为 1000M，双工模式为全双工。

6.2.1 以太网接口基本配置

以太网接口的配置主要包括如下内容。

1. 进入接口配置模式

   interface <*interface-name*>

2. 设置 IP 地址

   ip address <*ip-addr*> <*net-mask*> [<*broadcast-addr*>] [<**secondary**>]

3. 配置接口的工作速率

   speed {**10** | **100** }

4. 配置接口的双工模式

   duplex { **half** | **full**}

5. 配置接口的协商模式

   negotiation auto



说明：

工作速率和双工模式的配置仅适用于快速以太网接口，协商模式仅适用于千兆以太网接口。

6.2.2 以太网接口配置实例

6.2.2.1 快速以太网接口配置实例一

如 图 6.2-1所示，ZXR10 T600/T1200 的fei_1/2 接口连接到ZXR10 路由交换机的et.2.1 接口。

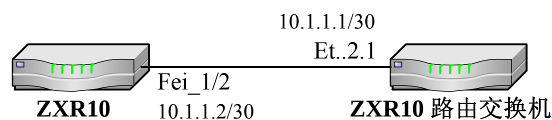


图6.2-1 以太网口接口配置实例一

ZXR10 的配置：

```
ZXR10(config)#interface fei_1/2
ZXR10(config-if)#ip address 10.1.1.2 255.255.255.252
ZXR10(config-if)#duplex full
ZXR10(config-if)#speed 100
```

ZXR10 路由交换机的配置：

```
 ZXR10_S(config)#interface create ip to-router address-netmask
10.1.1.1/30 port et.2.1
 ZXR10_S(config)#port set et.2.1 speed 100mbps duplex full
```

6.2.2.2 快速以太网接口配置实例二

如图 6.2-2所示，ZXR10　T600/T1200 的fei_1/2 接口连接到CISCO设备的fastethernet 0/26 接口。

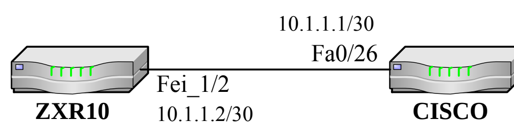


图6.2-2　以太网口接口实例二

ZXR10 的配置：

```
 ZXR10(config)#interface fei_1/2
 ZXR10(config-if)#ip address 10.1.1.2 255.255.255.252
 ZXR10(config-if)#duplex full
```

CISCO 的配置：

```
 CISCO(config)#interface fa 0/26
 CISCO(config-if)#ip address 10.1.1.1 255.255.255.252
 CISCO(config-if)#duplex full
```

6.3 POS 接口配置

POS 全称为 Packet Over SONET，又称 IP Over SONET（SDH），POS 通过 SDH 提供的高速传输通道直接传送 IP 分组。一般来说，其网络主要由高端路由器，高速光纤构成。

SONET/SDH 是物理层的协议，负责在信道上传送比特流，一般采用 PPP 作为二层封装协议。

ZXR10　T600/T1200 的 POS 接口类型主要有 2 种：POS 155M，POS 2.5G 接口。在 POS 接口配置中，缺省封装类型为 PPP。

下面以 POS 155M 接口为例进行介绍。

6.3.1 POS 接口基本配置

POS 155M 接口的配置主要包括如下内容。

1. 进入接口配置模式

   interface <*interface-name*>

2. 配置接口 IP 地址

   ip address <*ip-addr*> <*net-mask*> [<*broadcast-addr*>] [<**secondary**>]

3. 设置 POS 口的 crc 模式

   crc {**16** | **32**}

4. 配置本地路由器 POS 接口的时钟提取方式

   clock source { **internal** | **line** }

6.3.2 POS 接口配置实例

6.3.2.1 POS 接口配置实例一

如 图 6.3-1所示，ZXR10 T600/T1200 的pos3_4/4 接口连接到ZXR10 路由交换机的so.13.1 接口。

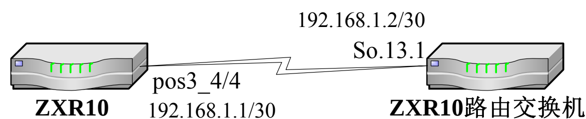


图6.3-1 POS 接口配置实例一

ZXR10 的配置：

```
ZXR10(config)#interface pos3_4/4
ZXR10(config-if)#ip address 192.168.1.1 255.255.255.252
ZXR10(config-if)#crc 32
```

ZXR10 路由交换机的配置：

```
ZXR10_S(config)#sonet set so.13.1 framing sdh
ZXR10_S(config)#port set so.13.1 mtu 1500
ZXR10_S(config)#interface create ip pos1 address-netmask
192.168.1.2/30 port so.13.1
```

```
ZXR10_S(config)#sonet set so.13.1 s1s0 2
ZXR10_S(config)#sonet set so.13.1 c2 22
ZXR10_S(config)#sonet set so.13.1 payload-scramble on
```

6.3.2.2 POS 接口配置实例二

如 图 6.3-2所示，ZXR10　T600/T1200 的pos3_4/4 接口连接到CISCO设备的pos1/0 接口。

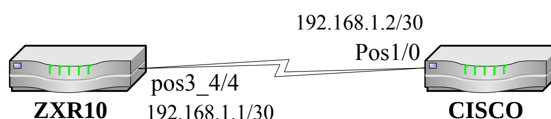


图6.3-2　POS 接口配置实例二

ZXR10 的配置：

```
ZXR10(config)#interface pos3_4/4
ZXR10(config-if)#ip address 192.168.1.1 255.255.255.252
ZXR10(config-if)#crc 32
ZXR10(config-if)#clock source line
```

CISCO 的配置：

```
CISCO(config)#interface pos1/0
CISCO(config-if)#pos framing sdh
CISCO(config-if)#clock source line
CISCO(config-if)#ip address 20.11.11.21 255.255.255.0
CISCO(config-if)#no ip directed-broadcast
CISCO(config-if)#encapsulation ppp
CISCO(config-if)#crc 32
CISCO(config-if)#mtu 1500
CISCO(config-if)#pos scramble-atm
CISCO(config-if)#pos flag c2 22 s1s0 2
CISCO(config-if)#no shutdown
```

6.4 ATM 接口配置

ZXR10　T600/T1200 中提供的 ATM 接口类型有 ATM 155M。ATM 接口的功能特点包括：

- 支持 IP Over ATM；

- 支持 IP Over ATM LLC/SNAP 封装；
- 支持 ATM AAL5；
- 支持 IP 路由；
- 支持 ATM 信元处理；
- 支持 256 条 PVC；
- 实现点到点连接。

在配置 ATM 时，通常 VPI 及 VCI 值由 ATM 交换机指定，路由器与路由器之间通过 ATM 网络进行通信。如果直接对接，则需要将 VPI，VCI 值设成一致。

6.4.1 ATM 接口基本配置

ATM 155M 接口的配置主要包括如下内容。

1. 进入接口配置模式

   interface <*interface-name*>

2. 创建 PVC

   atm pvc <*vpi*> < *vci*>

3. 设置 IP 地址

   ip address <*ip-addr*> <*net-mask*> [<*broadcast-addr*>] [<**secondary**>]

4. 启用 PVC 的 oamF5 管理功能

   oam-pvc manage [<*frequency*>]

5. 配置 OamF5 管理功能参数

   oam retry <*up-count*> <*down-count*> <*retry-frequency*>

6.4.2 ATM 接口配置实例

6.4.2.1 ATM 接口配置实例一

如 图 6.4-1所示，ZXR10 T600/T1200 的atm155_1/1.1 接口连接到ZXR10 路由交换机的at.5.1。

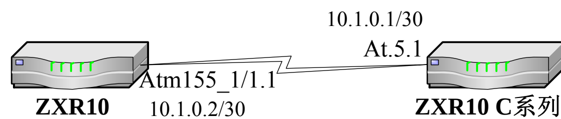


图6.4-1　ATM 接口配置实例一

ZXR10 的配置：

```
ZXR10(config)#interface atm155_1/1.1
ZXR10(config-if)#atm pvc 2 40
ZXR10(config-if)#ip address 10.10.0.2 255.255.255.252
```

ZXR10 路由交换机的配置：

```
ZXR10_S(config)#atm set at.5.1 vpi-bits 2
ZXR10_S(config)#atm create vcl port at.5.1.2.40
ZXR10_S(config)#sonet set at.5.1 framing sdh
ZXR10_S(config)#atm define service test-ubr srv-cat ubr pcr-kbits
10000 encaps llc-mux
ZXR10_S(config)#atm apply service test-ubr port at.5.1.2.40
ZXR10_S(config)#interface create ip atmtozxr10e address-netmask
10.10.0.1/30 peer address 10.10.0.2/30 port at.5.1.2.40 mtu 1500
```

6.4.2.2 ATM 接口配置实例二

如 图 6.4-2所示，ZXR10 T600/T1200 的atm155_1/1.1 接口连接到CISCO设备的atm3/1.2。

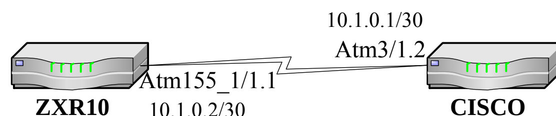


图6.4-2　ATM 接口配置实例二

ZXR10 的配置：

```
ZXR10(config)#interface atm155_1/1.1
ZXR10(config-if)#atm pvc 2 40
ZXR10(config-if)#ip address 10.10.0.2 255.255.255.252
```

CISCO 的配置：

```
CISCO(config)#interface atm3/1.2
CISCO(config-if)#ip address 10.10.0.2 255.255.255.252
CISCO(config-if)#load-interval 30
```

```
CISCO(config-if)#atm sonet stm-1
CISCO(config-if)#atm pvc 2 2 40 aal5snap
CISCO(config-if)#no atm ilmi-keepalive
CISCO(config-if)#no atm address-registration
CISCO(config-if)#mtu 1500
```

6.5 CPOS 接口配置

CPOS，即通道化的 POS 接口。它充分利用了 SDH 体制的特点，提供对带宽精细划分的能力，可减少组网中对路由器低速物理端口的数量要求，增强路由器的低速端口汇聚能力，并提高路由器的专线接入能力。

6.5.1 CPOS 接口基本配置

CPOS 接口的配置主要包括如下内容。

1. 进入 CPOS 通道配置模式

   controller <*interface-name*>

2. 给接口添加一个描述

   description <*string*>

3. 配置本地路由器接口的时钟提取方式

   clock source {**internal**|**line**}

4. 设置 threshold 参数

   threshold <*vlaue*>

5. 设置 cpos3 的帧格式

   framing {**sonet** | **sdh**}

6. 配置 aug 的映射方式：选择 au-3 为 T1 封装格式，选择 au-4 为 E1 封装格式

   aug mapping {**au-3** | **au-4**}

7. 进入 au-3 配置模式配置一个 au-3

   au-3

8. 当 cpos3 接口被配置为 sdh 模式的时候，且 aug 被配置为 au-4 映射方式时设定 E1 通道是否成帧，及其帧格式

tug-2<*Vtg number* > **e1**< *E1 number* > **framing**

9. 当 cpos3 接口被配置为 sdh 模式的时候，且 aug 被配置为 au-4 映射方式时创建一个 E1 通道

   tug-2<*Vtg number*> **e1**< *E1 number* > **channel-group 1 timeslots** <*1-31*>

10. 当 cpos3 接口被配置为 sdh 模式的时候，且 aug 被配置为 au-3 映射方式时设定 T1 通道是否成帧，及其帧格式

    tug-2<*Vtg number*> **t1**< *T1 number* > **framing**

11. 当 cpos3 接口被配置为 sdh 模式的时候，且 aug 被配置为 au-3 映射方式时设定 T1 通道的时钟源

    tug-2<*Vtg number*> **t1**< *T1 number* >**clock source**

12. 当 cpos3 接口配置为 sdh 模式且 aug 被配置为 au-4 映射方式时，使用该命令进入 tug-3 配置模式

    au-4 tug-3

13. 当 cpos3 接口被配置为 sdh 模式的时候，且 aug 被配置为 au-4 映射方式时设定 E1 通道的时钟源

    tug-2<*Vtg number*> **e1**< *E1 number* > **clock source**

14. 当 cpos3 接口被配置为 sonet 模式的时候，进入 sts-1 配置模式

    sts-1

15. 当 cpos3 接口被配置为 sonet 模式的时候，配置 sts-1 的工作模式

    mode {**vt-15**| **vt-2**}

16. 当 cpos3 接口被配置为 sonet 模式的时候，且 sts-1 被配置为 vt-15 映射方式时设定 T1 通道是否成帧，及其帧格式

    vtg<*Vtg number*> **t1**< *T1 number* > **framing**

17. 当 cpos3 接口被配置为 sonet 模式的时候，且 sts-1 被配置为 vt-15 模式时创建一个 T1 通道

    vtg<*Vtg number*> **t1**< *T1 number* > **channel-group 1 timeslots** <*1-24*>

18. 当 cpos3 接口被配置为 sonet 模式的时候，且 sts-1 被配置为 vt-15 工作方式时设定 T1 通道的时钟源

    vtg<*Vtg number*> **t1**< *T1 number* >**clock source**

19. sonnet E1 配置 vt 序号

vt-2 1

20. 当 cpos3 接口被配置为 sonet 模式的时候，且 sts-1 被配置为 vt-2 模式时创建一个 E1 通道

vtg<*Vtg number*> **e1**< *E1 number* > **channel-group 1 timeslots** <*1-31*>

21. 当 cpos3 接口被配置为 sdh 模式的时候，且 aug 被配置为 au-3 映射方式时设定 T1 通道是否成帧，及其帧格式

tug-2<*Vtg number*> **t1**< *T1 number* > **framing**

22. 当 cpos3 接口被配置为 sonet 模式的时候，且 sts-1 被配置为 vt-2 工作方式时设定 E1 通道的时钟源

vtg<*Vtg number*> **e1**< *E1 number* > **clock source**

23. 进入 CPOS 接口

interface <*interface-name*>

24. 配置 CPOS 接口的网络地址

ip address <*ip-addr*> <*net-mask*> [<*broadcast-addr*>] [<**secondary**>]

25. 设置 crc 模式

crc {**16** | **32**}

6.5.2 CPOS 接口配置实例

6.5.2.1 通道化 CPOS 接口配置实例

如 图 6.5-1所示，ZXR10　T600/T1200 的CP3 接口与远端ZXR10　T600/T1200 的CP3 互联，采用通道化配置，使用 1-24 时隙，二层广域网封装协议为PPP，帧格式为crc16，时钟方式为internal。

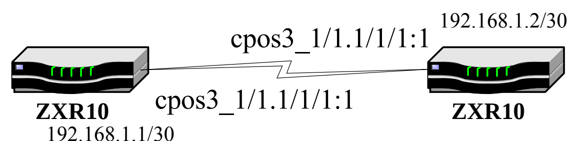


图6.5-1　通道化 CPOS 配置实例

ZXR10 的配置：

```
ZXR10(config)#controller cpos3_1/1
ZXR10(config-control)#clock source internal
ZXR10(config-control)#framing sdh
ZXR10(config-control)#aug mapping au-3
ZXR10(config-control)#au-3 1
ZXR10((config-ctrlr-au3)#tug-2 1 t1 1 fr fr
ZXR10((config-ctrlr-au3)#tug-2 1 t1 1 channel-group 1 timeslots 1-24
ZXR10((config-ctrlr-au3)#exit
ZXR10(config-control)#exit
ZXR10(config)#interface cpos3_1/1.1/1/1:1
ZXR10(config-if)#ip address 192.168.1.1 255.255.255.252
ZXR10(config-if)#crc 16
```

6.5.2.2 非通道化 CPOS 接口配置实例

如 图 6.5-2所示，ZXR10　T600/T1200 的CP3 接口与远端ZXR10　T600/T1200 的CP3 互联，采用非通道化配置，二层广域网封装协议为PPP，帧格式为crc16，时钟方式为internal。

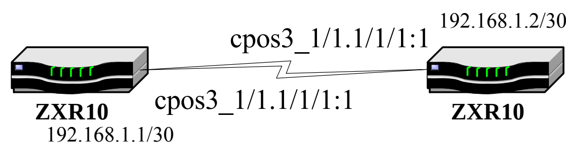


图6.5-2　非通道化 CPOS 配置实例

ZXR10 的配置：

```
ZXR10(config)#controller cpos3_1/1
ZXR10(config-control)#clock source internal
ZXR10(config-control)#framing sdh
ZXR10(config-control)#aug mapping au-3
ZXR10(config-control)#au-3 1
ZXR10((config-ctrlr-au3)#tug-2 1 t1 1 framing unframe
ZXR10((config-ctrlr-au3)#exit
ZXR10(config-control)#exit
ZXR10(config)#interface cpos3_1/1.1/1/1:1
ZXR10(config-if)#ip address 192.168.1.1 255.255.255.252
ZXR10(config-if)#crc 16
```

6.6 VLAN 子接口配置

路由器可以利用 VLAN 中继和子接口技术提供 VLAN 间的路由。当路由器通过一条中继线路和一台配置了多个 VLAN 的交换机相连时，路由器上与交换机相连的端口必须设置成中继模式，对应的交换机端口也必须设置成中继模式。

为终结交换机上不同的 VLAN，需要在路由器的物理接口上创建多个逻辑子接口，子接口与交换机上的 VLAN 通过 VLAN 号一一对应。

ZXR10 T600/T1200 支持标准的 802.1Q VLAN 中继协议。ZXR10 T600/T1200 的以太网接口支持 VLAN 子接口功能。

 **说明：**

整机可以配置 4k 个子接口。

一个单板的子接口数量建议不超过 1.5K，最好控制在 1K 之内。

6.6.1 VLAN 子接口基本配置

VLAN 子接口的配置主要包括如下内容。

1. 创建子接口配置并进入子接口配置模式

   interface {<*interface-name*>| **byname** <*byname*>}

2. 为创建的子接口封装 VLAN-ID 号

   encapsulation dot1Q <*vlan-id*>

   封装 VLAN-ID 的作用是将该子接口分配给相应的 VLAN，这样，每个子接口就和不同的 VLAN 号对应起来。

3. 为子接口分配 IP 地址

   ip address <*ip-addr*> <*net-mask*> [<*broadcast-addr*>] [<**secondary**>]

6.6.2 VLAN 子接口配置实例

下面配置实例利用 VLAN 子接口技术，实现同一物理以太网接口上不同 VLAN 用户的接入和路由。

如 图 6.6-1所示，ZXR10 T600/T1200 的接口fei_1/3 与ZXR10 3904 交换机端口10 相连，ZXR10 3904 交换机的端口 2，3 分别属于VLAN100 和VLAN200，下挂两台PC。

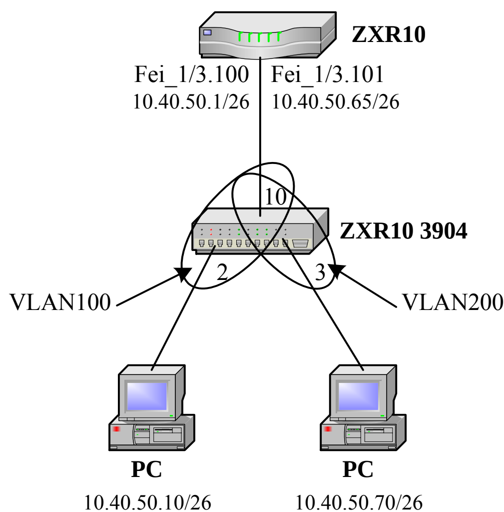


图6.6-1 VLAN 子接口配置实例

ZXR10 的配置：

```
ZXR10(config)#interface fei_1/3.100
ZXR10(config-subif)#encapsulation dot1q 100
ZXR10(config-subif)#ip address 10.40.50.1 255.255.255.192
ZXR10(config-subif)#exit
ZXR10(config)#interface fei_1/3.101
ZXR10(config-subif)#encapsulation dot1q 200
ZXR10(config-subif)#ip address 10.40.50.65 255.255.255.192
```

ZXR10 3904 的配置：

```
ZXR10-3904(bridge)#set vlan create br100 100
ZXR10-3904(bridge)#set vlan create br200 200
ZXR10-3904(bridge)#set vlan del br1 2-3,10
ZXR10-3904(bridge)#set vlan add br100 2 untagged
ZXR10-3904(bridge)#set vlan add br100 10 tagged
ZXR10-3904(bridge)#set vlan add br200 3 untagged
ZXR10-3904(bridge)#set vlan add br200 10 tagged
ZXR10-3904(bridge)#set vlan pvid 2 100
ZXR10-3904(bridge)#set vlan pvid 3 200
ZXR10-3904(bridge)#exit
ZXR10-3904(config)#interface br100
```

```
ZXR10-3904(config-if)#no shutdown
ZXR10-3904(config-if)#exit
ZXR10-3904(config)#interface br200
ZXR10-3904(config-if)#no shutdown
```

6.7 Multilink 接口配置

为了增加带宽，可以将多个物理链路捆绑成一条逻辑链路，产生的逻辑接口称为 multilink 接口。在 ZXR10　T600/T1200 中，一个 multilink 接口最多可以捆绑 8 个 CP3 接口。

6.7.1 Multilink 接口基本配置

multilink 的配置主要包括如下内容。

1. 创建 multilink 接口并进入接口配置模式

   interface <*interface-name*>

2. 为 multilink 接口分配 IP 地址

   ip address <*ip-addr*> <*net-mask*> [<*broadcast-addr*>] [<**secondary**>]

3. 捆绑物理链路

   multilink-group <*multilink-num*>

4. 配置 multilink 的终点标识

   ppp multilink endpoint string <*string*>

6.7.2 Multilink 接口配置实例

如 图 6.7-1所示，ZXR10　T600/T1200 与CISCO设备非通道化CP3 捆绑对接，二层广域网封装协议采用PPP。

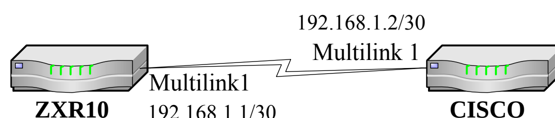


图6.7-1　multilink 接口配置实例

ZXR10 的配置：

```
ZXR10(config)#interface multilink1
ZXR10(config-if)#ip address 192.168.1.1 255.255.255.252
ZXR10(config-if)#exit
ZXR10(config)#interface interface cpos3_1/1.1/1/1:1
ZXR10(config-subif)#multilink-group multilink1
ZXR10(config-subif)#exit
ZXR10(config)# interface cpos3_1/2.1/1/1:1
ZXR10(config-subif)#multilink-group multilink1
ZXR10(config-subif)#exit
```



说明：

如果某设备与多台路由器与通过 multilink 相连，则这些路由器的 multilink 接口相对应的 CP3 接口必须配置不同的终点标识。

第7章 SMARTGROUP 配置

摘要

本章介绍了 SMARTGROUP 及其在 ZXR10　T600/T1200 上的相关配置。

7.1 SMARTGROUP 概述

在 ZXR10 T600/T1200 中的 SmartGroup 功能可以为用户提供更加灵活、更加高效的组网解决方案。使得在利用 ZXR10 系列产品进行网络规划、组网设计时，有了更大的灵活性，同时可以大大提高网络的稳定性，尤其是对于 Ethernet 组网环境和应用 Ethernet 接口的网络环境。利用 SmartGroup 功能可以扩展带宽、增强稳定性、使网络建设成本更加合理等。

可以实现将多个同种类型的以太网接口捆绑成一个 SmartGroup 逻辑接口来应用:

- 支持同一接口板的以太网接口捆绑
- 负荷分担支持 per-packet、per-destination 两种模式，per-destination 考虑源 IP 地址+目的 IP 地址
- 最多可以配置 64 个 SmartGroup 接口
- 每个 SmartGroup 接口最多可以捆绑 8 个以太网接口

7.2 SMARTGROUP 基本配置

1. 配置创建 smartgroup 接口

   interface smartgroup<*smartgroup-id*>

2. 链路捆绑配置

   smartgroup <*smartgroup-id*> **mode** {**passive**|**active**|**on**}

3. 配置 smartgroup 接口上负荷分担功能

   smartgroup load-balance <*mode*>

7.3 SMARTGROUP 维护和诊断

1. 显示 smartgroup 接口的配置信息

show running-config interface <*interface-name*>

2. 显示 smartgroup 组成员的相关信息

show lacp {[<*smartgroup-id*>] {**counters**|**internal**|**neighbors**}| **sys-id**}

7.4 SMARTGROUP 配置实例

SMARTGROUP配置实例如 图 7.4-1所示，路由器R1 的接口fei_2/1~fei_2/3 与R2 的接口fei_2/1~fei_2/3 连接，并将接口捆绑到smartgroup组中。

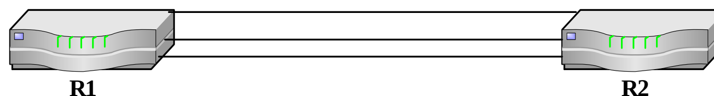


图7.4-1 SMARTGROUP 配置实例

R1 上配置如下：

```
ZXR10(config)#interface smartgroup1
ZXR10(config-if)#ip address 10.10.10.1 255.255.255.0
ZXR10(config-if)#exit
ZXR10(config)#interface fei_2/1
ZXR10(config-if)#smartgroup 1 mode active
ZXR10(config-if)#exit
ZXR10(config)#interface fei_2/2
ZXR10(config-if)#smartgroup 1 mode active
ZXR10(config-if)#exit
ZXR10(config)#interface fei_2/3
ZXR10(config-if)#smartgroup 1 mode active
ZXR10(config-if)#exit
ZXR10(config)#interface smartgroup1
ZXR10(config-if)#smartgroup load-balance per-packet
ZXR10(config-if)#exit
```

R2 的配置与 R1 类似。

第8章 SuperVLAN 配置

摘要

本章介绍了 SuperVlan 及在 ZXR10　T600/T1200 上的相关配置。

8.1 SuperVLAN 概述

SuperVlan 是由多个接口绑定而成的虚拟接口，可由不同单板的不同 Vlan 子接口、QINQ 子接口或 ETH 实接口绑定而成。

SuperVlan 技术是把多个 subvlan 聚合在一起，这些 subvlan 共同使用一个 IP 子网和缺省网关。在 SuperVlan 中，所有的 subvlan 可以灵活的分配 SuperVlan 子网中的 IP 地址和使用 SuperVlan 的缺省网关。每个 subvlan 都是独立的广播域，保证了不同用户间的隔离，subvlan 间的通信通过 SuperVlan 进行路由。

SuperVlan 支持跨板接口绑定和 QinQ 接口绑定。

8.2 SuperVLAN 基本配置

1. 创建 SuperVlan 接口

   interface　supervlan <number>

2. 删除 SuperVlan 接口

   no　interface　supervlan <number>

3. 打开/关闭 subvlan 间的路由功能

   inter-subvlan-routing <enable/disable >

4. 打开/关闭 ip pool 地址过滤功能

   ip-pool-filter<enable/disable >

5. 打开/关闭 SuperVlan 的广播功能

   arp-broadcastr<enable/disable >

6. 将 subvlan 接口绑定到 SuperVlan 接口中

   supervlan <number>

7. 在 subvlan 接口下配置 ip SuperVlan pool

ip supervlan pool <ip address begin/end >

8.3 SuperVLAN 维护和诊断

- 查看 SuperVlan 的信息

show supervlan<1-255>

- 查看 SuperVlan ip pool 的信息

show supervlan ip-pool

8.4 SuperVLAN 配置实例

首先创建 SuperVlan 接口，然后把 subvlan 接口绑定到 SuperVlan 接口下，并在 subvlan 接口下配置好 ip SuperVlan pool。示例如下：

```
/*创建 SuperVlan 接口*/
ZXR10(config)#intface supervlan1
ZXR10(config-if)#ip address 1.1.1.1 255.255.255.0
ZXR10(config-if)#exit

/*将 subvlan 接口绑定到 SuperVlan 接口下*/
ZXR10(config)#interface fei_1/1.1
ZXR10(config-subif)#encapsulation dot1Q 1
ZXR10(config-subif)#supervlan 1
ZXR10(config-subif)#ip supervlan pool 1.1.1.1 1.1.1.20
ZXR10(config-subif)#exit
Zxr10(config)#interface fei_1/1.2
Zxr10(config-subif)#encapsulation dot1Q 2
Zxr10(config-subif)#supervlan 1
Zxr10(config-subif)#ip supervlan pool 1.1.1.21 1.1.1.30
Zxr10(config-subif)#exit
Zxr10(config)#interface fei_1/1.3
Zxr10(config-subif)#encapsulation dot1Q 3
Zxr10(config-subif)#supervlan 1
Zxr10(config-subif)#ip supervlan pool 1.1.1.31 1.1.1.40
Zxr10(config-subif)#exit
Zxr10(config)#interface fei_1/1.4
Zxr10(config-subif)#encapsulation dot1Q 4
Zxr10(config-subif)#supervlan 1
```

```
Zxr10(config-subif)#ip supervlan pool 1.1.1.41 1.1.1.50
Zxr10(config-subif)#exit
```

用 show 命令查看配置结果：

```
/*查看 SuperVlan1 下绑定的 subvlan 接口*/
ZXR10(config)#show supervlan1
interface supervlan1
  inter-subvlan-routing enable
  arp-broadcast disable
  ip-pool-filter enable
  subInterface fei_1/1.1  enc-vlan-id 1
  subInterface fei_1/1.2  enc-vlan-id 2
  subInterface fei_1/1.3  enc-vlan-id 4
  subInterface fei_1/1.4  enc-vlan-id 3

/*查看 supervlan ip-pool 的情况，ip-pool 可以根据实际情况配置*/
ZXR10(config)#show supervlan ip-pool
  session-no     address-begin       address-end       subvlanIntf
supervlanNum
  1             1.1.1.1        1.1.1.20      fei_1/1.1     1
  2             1.1.1.21       1.1.1.30      fei_1/1.2     1
  3             1.1.1.31       1.1.1.40      fei_1/1.3     1
  4             1.1.1.41       1.1.1.50      fei_1/1.4     1
```

第9章 链路协议配置

摘要

本章介绍了链路协议 PPP 及在 ZXR10　T600/T1200 上的相关配置。

9.1 PPP 概述

PPP（Point-to-Point Protocol）是一个被广泛使用的广域网协议，它实现了跨过同步和异步电路实现路由器到路由器（router-to-router）和主机到网络（host-to-network）的点对点连接。

PPP 协议提供了一整套方案来解决链路建立、维护、拆除、上层协议协商、认证等问题。PPP 协议包含这样几个部分：

- 链路控制协议 LCP（Link Control Protocol）

  负责创建、维护、终止一次物理连接。

- 网络控制协议 NCP（Network Control Protocol）

  NCP 是一族协议，负责解决物理连接上运行什么网络协议，以及解决上层网络协议发生的问题。

- 认证协议，最常用的包括密码验证协议 PAP（Password Authentication Protocol）和挑战握手验证协议 CHAP（Challenge-Handshake Authentication Protocol）。

PAP 和 CHAP 通常被用于在 PPP 封装的串行线路上提供安全性认证。PAP 采用二次握手验证，用户名和密码在链路上是以明文方式传输的。PAP 的认证过程如下：

1. 被验证方发送用户名和密码到验证方；
2. 验证方根据用户配置查看是否有此用户以及密码是否正确，然后返回不同的响应。

CHAP 要比 PAP 安全得多，它使用三次握手周期性的验证远端节点的身份，使用询问消息防范再生攻击。CHAP 的认证过程如下：

1. 验证方发送一些随机产生的报文到被验证方；
2. 被验证方用自己的口令和 MD5 算法对该随机报文进行加密，将生成的密文发回验证方；

3． 验证方用自己保存的被验证方口令和 MD5 算法对原随机报文加密，比较两者的密文，根据比较结果返回不同的响应。

9.2 PPP 协议基本配置

PPP 协议的配置主要包括如下内容。

1． 选择要配置的接口并进入接口配置模式

interface <*interface-name*>

2． 在接口配置模式下，配置接口的 IP 地址

ip address <*ip-addr*> <*net-mask*> [<*broadcast-addr*>] [<**secondary**>]

3． 设置 PPP 用户验证协议

ppp authentication {**pap**|**chap**}

4． 配置用于认证的用户名和口令，PAP 和 CHAP 有所不同

（1） PAP 方式：

配置本地路由器被对端路由器以 PAP 方式验证时发送的 PAP 用户名和口令

ppp pap sent-username <*username*> **password** <*password*>

（2） CHAP 方式：

- 配置本地路由器被对端路由器以 CHAP 方式验证时发送的用户名

ppp chap hostname <*hostname*>

- 配置本地路由器被对端路由器以 CHAP 方式验证时的密钥

ppp chap password <*password*>

5． 通过管理的方式主动和对方路由器建立 PPP 链路

ppp open

9.3 PPP 协议配置实例

如 图 9.3-1所示，路由器R1 和R2 的pos3_3/1 接口相连，封装PPP协议，采用CHAP 认证方式。接口上配置的用户名和密码，用于本地和验证对端，两端必须保持一致。

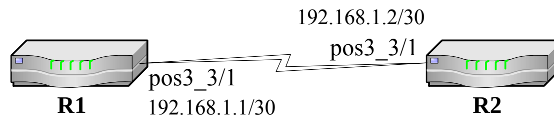


图9.3-1　PPP 协议配置实例

R1 的配置：

```
ZXR10_R1(config)#interface pos3_3/1
ZXR10_R1(config-if)#ip address 192.168.1.1 255.255.255.252
ZXR10_R1(config-if)#ppp authentication chap
ZXR10_R1(config-if)#ppp chap hostname ZXR10
ZXR10_R1(config-if)#ppp chap password hello
ZXR10_R1(config-if)#ppp open
```

R2 的配置：

```
ZXR10_R2(config)#interface pos3_3/1
ZXR10_R2(config-if)#ip address 192.168.1.2 255.255.255.252
ZXR10_R2(config-if)#ppp authentication chap
ZXR10_R2(config-if)#ppp chap hostname ZXR10
ZXR10_R2(config-if)#ppp chap password hello
ZXR10_R2(config-if)#ppp open
```

9.4 MPPP 协议配置实例

MPPP（MultiLink-PPP），即多链路点对点协议，是 PPP 协议的扩展。它的作用是把连接两台路由器的多条物理广域网链路捆绑成一条逻辑链路，从而达到增加链路带宽的功能。比如可以把四个物理的 2M 线路通过 MPPP 捆绑成一条逻辑的 8M 线路。

在发送数据时，首先 IP 报文被封装成 PPP 帧格式，然后把封装后的 PPP 帧分割成若干数据片，每一个数据片加上多链路点对点协议（MPPP）首部后，被封装成 MPPP 帧格式。

如 图 9.4-1所示，路由器R1 和R2 采用通道化CP3 时隙捆绑对接，配置MPPP协议。

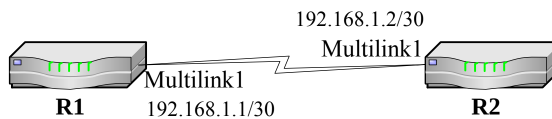


图9.4-1　MPPP 协议配置实例

R1 的配置：

```
ZXR10(config)#interface multilink1
ZXR10(config-if)#ip address 192.168.1.1 255.255.255.252
ZXR10(config-if)#exit
ZXR10(config)#interface interface cpos3_1/1.1/1/1:1
ZXR10(config-subif)#multilink-group multilink1
ZXR10(config-subif)#exit
ZXR10(config)# interface cpos3_1/2.1/1/1:1
ZXR10(config-subif)#multilink-group multilink1
ZXR10(config-subif)#exit
```

R2 的配置：

```
ZXR10(config)#interface multilink1
ZXR10(config-if)#ip address 192.168.1.2 255.255.255.252
ZXR10(config-if)#exit
ZXR10(config)#interface interface cpos3_1/1.1/1/1:1
ZXR10(config-subif)#multilink-group multilink1
ZXR10(config-subif)#exit
ZXR10(config)# interface cpos3_1/2.1/1/1:1
ZXR10(config-subif)#multilink-group multilink1
ZXR10(config-subif)#exit
```


说明：

如果某设备与多台路由器与通过 multilink 相连，则这些路由器的 multilink 接口相对应的 CP3 接口必须配置不同的终点标识。

使用 **show ppp multilink** 命令可以查看 multilink 的信息。

第10章 网络协议配置

摘要

本章介绍了 IP 地址和 ARP 协议及在 ZXR10 T600/T1200 上的相关配置。

10.1 IP 地址配置



说明：

本节介绍的为 IPV4 的 IP 地址。

10.1.1 IP 地址概述

IP 地址指 IP 协议栈中的网络层地址。一个 IP 地址主要由两部分组成：一部分标识该地址所属网络的网络位；另一部分指明该网络上某个特定主机的主机位。

IP地址分为A，B，C，D，E五类，常用的为前三类，D类地址为网络组播地址，E类地址保留。表 10.1-1列出了每一类IP地址的范围。

表10.1-1 各类 IP 地址范围

类别	首部特征位	网络位	主机位	范围
A 类	0	8	24	0.0.0.0~127.255.255.255
B 类	10	16	16	128.0.0.0~191.255.255.255
C 类	110	24	8	192.0.0.0~223.255.255.255
D 类	1110	组播地址		224.0.0.0~239.255.255.255
E 类	1111	保留		240.0.0.0~255.255.255.255

在 A，B，C 三类地址中，有一些地址被保留用于私有网络，建议在建立内部网络时使用私网地址。这些地址是：

- A 类：10.0.0.0~10.255.255.255
- B 类：172.16.0.0~172.31.255.255
- C 类：192.168.0.0~192.168.255.255

这种地址划分方法的初衷是为路由协议的设计提供便利，只从 IP 地址的首部特征位就可以判定属于哪一类网络了。但是这种分类方法使得地址空间无法得到最大限度的利用，随着互联网的急剧膨胀，地址短缺的问题愈来愈突出。

为了更大限度的使用 IP 地址，可将一个网络划分为多个子网。采用借位的方式，从主机位的最高位开始借位作为子网位，主机位的剩余部分仍为主机位。这样 IP 地址的结构就变为三部分：网络位、子网位和主机位。

网络位和子网位唯一标识一个网络。使用子网掩码确定 IP 地址中哪些部分属于网络位和子网位，哪些部分属于主机位。子网掩码为“1”的部分对应 IP 地址的网络位和子网位，为“0”的部分对应主机位。

子网的划分提高了 IP 地址的利用率，在一定程度上缓解了 IP 地址短缺的问题。

关于 IP 地址的规定：

1. 0.0.0.0 在没有 IP 地址的主机启动时使用，通过 RARP，BOOTP，DHCP 来获得地址，在路由表中该地址还用作缺省路由；
2. 255.255.255.255 用于广播的目的地址，不能作源地址；
3. 127.X.X.X 称为环回地址，即使不知道主机的实际 IP 地址，也可用该地址代表“本机”；
4. 仅主机位都为“0”的地址表示该网络本身，主机位都为“1”的地址用作该网络的广播地址；
5. 合法的主机 IP 地址其网络部分或主机部分都不能全“0”或全“1”。

10.1.2 IP 地址基本配置

IP 地址的配置在接口配置模式下进行，步骤如下：

1. 进入接口配置模式

   interface <*interface-name*>

   如果为不存在的子接口，则创建并进入子接口配置模式。

2. 设置接口 IP 地址

   ip address <*ip-addr*> <*net-mask*> [<*broadcast-addr*>] [**secondary**]

3. 查看接口的 IP 地址

   show ip interface [**brief**] [<*interface-name*>]

10.1.3 IP 地址配置实例

假设 ZXR10　T600/T1200 的槽位 3 插有一个千兆以太网接口板，要将其中第二个接口的 IP 地址配置为 192.168.3.1，掩码为 255.255.255.0。具体配置如下：

```
ZXR10(config)#interface gei_3/2
ZXR10(config-if)#ip address 192.168.3.1 255.255.255.0
```

10.2 ARP 配置

10.2.1 ARP 概述

当一个网络设备向另一个网络设备发送数据时，除了要知道目的设备的 IP 地址外，还要知道目的设备的物理地址（MAC 地址）。ARP 地址解析协议（Address Resolution Protocol）的作用是将 IP 地址映射到物理地址，以保证通信的顺利进行。

首先源设备广播带有目的设备 IP 地址的 ARP 请求，这个网络上的所有设备都会收到这个 ARP 请求。如果一台设备发现请求中的 IP 地址与自己的匹配，则向源设备发送一个包含 MAC 地址的应答。源设备通过这个应答获得目的设备的 MAC 地址。

为了减少网络上的 ARP 包，并更快的发送数据，IP 地址与 MAC 地址的映射关系被缓存在本地 ARP 表中。当设备需要发送数据时，首先根据 IP 地址查找 ARP 表，如果在 ARP 表中找到目的设备的 MAC 地址，就不需要再发送 ARP 请求。ARP 表中的动态表项经过一段时间后会自动删除，这段时间称为 ARP 的老化时间。

10.2.2 ARP 基本配置

ARP 的配置主要包括如下内容。

1. 配置在 ARP 缓冲区中 ARP 表项的老化时间

   arp timeout <*timeout*>

2. 绑定 IP 地址与 MAC 地址

   set arp {**static**|**permanent**} <*ip-address*> <*hardware-address*>

3. 删除以太接口 ARP 缓存中的指定 ARP 表项绑定 IP 与 MAC 地址

   clear arp [<*ip-address*>|**static**|**permanent**]

4. 删除指定以太网接口 ARP 缓存中的所有动态 ARP 表项

   clear arp-cache [<*interface-name*>]

5. 配置 ARP 代理功能

   ip proxy-arp

6. ARP 源地址过滤

   arp source-filtered

7. ARP 动态条目自动绑定

   arp to-static

8. 配置 ARP 安全

   arp protect{**interface**|**whole**}**limit-num**<*number*>

10.2.3 ARP 的维护与诊断

为了方便 ARP 的维护与诊断，ZXR10 提供了相关查看和调试命令。

- 查看 ARP 配置

  show arp

  下例为以太网接口 fei_1/1 的 ARP 表显示内容：

```
ZXR10#show arp fei_1/1
Address            Age(min)    Hardware Addr       Interface
10.1.1.1       -           000a.010c.e2c6      fei_1/1
10.1.100.100   18          00b0.d08f.820a      fei_1/1
ZXR10#
```

- 终端打印 ARP 调试信息

  debug arp

- 查看 ARP 自动绑定

  show arp-to-static

10.2.4 ARP 配置实例

下面是 ARP 的一个配置实例。

```
ZXR10(config)#interface fei_1/1
ZXR10(config-if)#arp timeout 1200
ZXR10(config-if)#set arp static 10.1.1.1 000a.010c.e2c6
```

第11章 静态路由配置

摘要

本章介绍了静态路由及其在 ZXR10　T600/T1200 上的相关配置。

11.1 静态路由概述

静态路由是指网络管理员通过配置命令指定到路由表中的路由信息，它不像动态路由那样根据路由算法建立路由表。当配置动态路由时，有时需要把整个 Internet 的路由信息发送到一个路由器中，使该路由器难以负荷，此时就可以使用静态路由来解决这个问题。

使用静态路由只需较少的配置就可以避免动态路由的使用。但是在有多个路由器、多条路径的路由环境中，配置静态路由将会变得很复杂。

11.2 静态路由基本配置

静态路由的配置使用 **ip route** 命令。

其中 Tag 值是路由的标志，到同一个目的网络的两条静态路由（下一跳不同），不能具有相同的 tag 值。

11.3 静态路由的维护与诊断

使用 **show ip route** 命令可以显示路由器的全局路由表，查看路由表中是否有配置的静态路由，在路由协议的诊断维护中也经常需要用到此命令。

使用 **show ip route** 命令加上属性 **weak-match**，可以显示全局路由表中对应该掩码网段内的所有路由，而不仅仅是针对该掩码的具体路由。

```
  ZXR10#show ip route 183.168.0.0 255.255.0.0
  IPv4 Routing Table:
  Dest          Mask              Gw           Interface    Owner   pri
metric

  ZXR10#show ip route 183.168.0.0 255.255.0.0 weak-match
  IPv4 Routing Table:
  Dest        Mask           Gw       Interface  Owner   pri   metric
```

```
 183.168.1.0     255.255.255.0  61.1.1.20    fei_2/1    ospf    110
20
 183.168.2.0     255.255.255.0  61.1.1.20    fei_2/1    ospf    110
20
 183.168.3.0     255.255.255.0  61.1.1.20    fei_2/1    ospf    110
20
```

11.4 静态路由配置实例

11.4.1 静态路由配置

图 11.4-1是一个简单网络，有三台路由器相连。

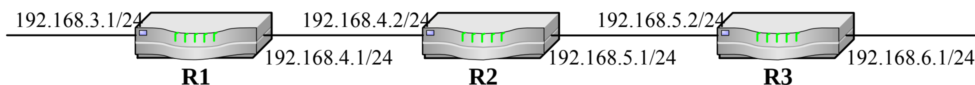


图11.4-1　静态路由配置实例

R1 需要访问 R3 上的网络，有以下两种配置方法：

1.　方法一：

```
ZXR10_R1(config)#ip route 192.168.5.0 255.255.255.0 192.168.4.2
ZXR10_R1(config)#ip route 192.168.6.0 255.255.255.0 192.168.4.2
```

从上面的配置信息可以看出，静态路由是在全局配置模式下配置的，一次只能配置一条。在命令 **ip route** 之后是远端网络及子网掩码，以及到达远端网络的下一跳 IP 地址。R1 要想把报文传给网络 192.168.5.0/24，必须首先把报文交给拥有 IP 地址 192.168.4.2 的 R2，而 R1 与 R2 是直接相连的。

2.　方法二：

```
ZXR10_R1(config)#ip route 192.168.5.0 255.255.255.0 fei_2/1.1
ZXR10_R1(config)#ip route 192.168.6.0 255.255.255.0 fei_2/1.1
```

这种配置与方法一类似，唯一的区别是方法一用的是下一跳的 IP 地址，这里用的是本地接口，也就是把所有去往网络 192.168.5.0/24 和 192.168.6.0/24 的报文通过 FE 接口 fe_2/1.1 送出，而不是路由到下一跳的逻辑地址，本地接口的方式不适用以太网接口。

如果到达同一目的地存在多条路径，则可以为路由器配置多条管理距离值不同的静态路由，但路由表中将只会显示距离值最小的那条路由的信息。因为当路由器被告知到达某一网络有多个竞争源时，管理距离值最小的路由优先。

静态路由配置命令 **ip route** 中的参数<*distance-metric*>可以用来改变某条静态路由的管理距离值。假设从 R1 到 192.168.6.0/24 网段有两条不同的路由，配置如下：

```
  ZXR10_R1(config)#ip route 192.168.6.0 255.255.255.0 192.168.4.2
  ZXR10_R1(config)#ip route 192.168.6.0 255.255.255.0 192.168.3.2 25
tag 180
```

上面两条命令配置了到达同一网络的两条不同的静态路由，第一条命令没有配置管理距离值，因此使用缺省值 1，第二条命令配置管理距离值 25。由于第一条路由的管理距离值小于第二条，所以路由表中将只会出现第一条路由信息，即路由器将只通过下一跳 192.168.4.2 到达目的网络 192.168.6.0/24。只有当第一条路由失效，从路由表中消失，第二条路由才会在路由表中出现。

11.4.2 静态路由汇总配置

汇总静态路由是一种特殊的静态路由，它能够把两条或多条特定的路由表达式汇总成为一个表达式，从而在保持原来全部连接的基础上减少路由表的条目。下面通过 图 11.4-2具体描述汇总静态路由。

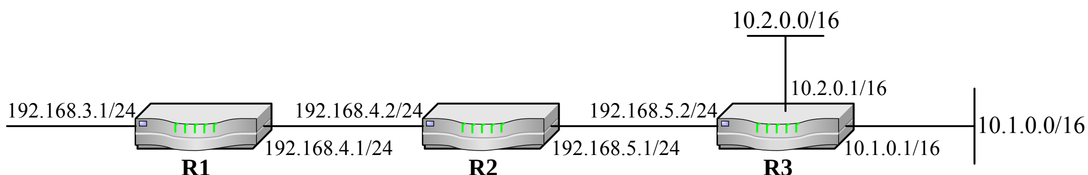


图11.4-2　静态路由汇总配置实例

如 图 11.4-2所示，R3 有两个网络 10.1.0.0/16 和 10.2.0.0/16。R1 要想到达这些网络，通常情况下是在R1 上配置以下两条静态路由：

```
  ZXR10_R1(config)#ip route 10.1.0.0 255.255.0.0 192.168.4.2
  ZXR10_R1(config)#ip route 10.2.0.0 255.255.0.0 192.168.4.2
```

假设 R3 已正常配置，通过上述配置就可以完成 IP 的连接。但是可以使用汇总静态路由来优化 R1 的路由表，使用下面一条命令就可以代替上面的两条命令：

```
  ZXR10_R1(config)#ip route 10.0.0.0 255.0.0.0 192.168.4.2
```

这条命令表明，所有目的地为网络 10.0.0.0/8 的报文都途经 192.168.4.2，也就是说所有目的地为 10.0.0.0/8 的子网（这里是子网 10.1.0.0/16 和子网 10.2.0.0/16）的报文都发给 192.168.4.2。通过这种方式，用静态路由汇总了主网 10.0.0.0/8 的所有子网。

11.4.3 默认路由配置

默认路由又称缺省路由，它也是一种特殊的静态路由。当路由表中所有其它路由选择失败时，将使用默认路由，这使得路由表有一个最后的发送地，从而大大减轻路由器的处理负担。

如果一个路由器不能为某个报文做路由，那么这个报文只能丢掉，而把报文丢向“未知”的目的地是不希望发生的，为了使路由器完全连接，它一定要有一个路由连到某个网络上。

路由器既要保持完全连接，又不需要记录每个单独路由时，就可以使用默认路由。通过默认路由，可以指定一个单独的路由来表示所有的其它路由。

下面通过实例说明默认路由的功能及使用方法。

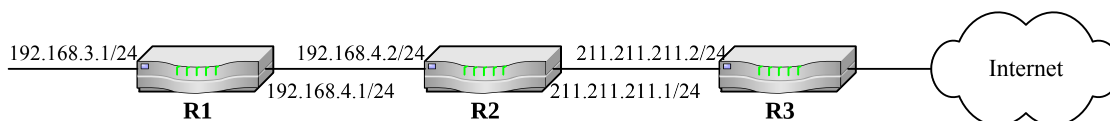


图11.4-3　默认路由配置实例

如 图 11.4-3所示，R2 与Internet网络中的路由器R3 相连。由于R2 没有记载Internet上所有网络的地址，所以它使用默认路由将其不知道的报文直接送给R3 处理。R2中默认路由的配置如下：

```
ZXR10_R2(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 211.211.211.2
```

默认路由的配置方法与静态路由配置完全相同，只是其网络部分及子网掩码部分都为 0.0.0.0。可以查看 R2 的路由表：

```
ZXR10_R2#show ip route
IPv4 Routing Table:
Dest            Mask            Gw              Net         Owner
0.0.0.0          0.0.0.0        211.211.211.2                static
ZXR10_R2#
```

从路由表中可以看到，下一跳为 211.211.211.2 的默认路由被作为最后的路由加入到路由表中。

在路由协议配置中使用默认路由时，则根据路由协议的不同而有所不同。

如果在一个运行 RIP 协议的路由器上配置了默认路由，RIP 将会把默认路由 0.0.0.0/0 通告给它的邻居，甚至不需要在 RIP 域内进行路由再分配。

对于 OSPF 协议，运行 OSPF 的路由器不会自动地把默认路由通告给它的邻居，为了使 OSPF 能够发送默认路由到 OSPF 域内，必须使用命令 **default-information originate**。在 OSPF 域中如果要再分配默认路由，这种通告通常是由 OSPF 域中的 ASBR（自治系统边界路由器）来实现的。

第12章 RIP 配置

摘要

本章介绍了 RIP 协议及在 ZXR10　T600/T1200 上的相关配置。

12.1 RIP 概述

12.1.1 RIP 基础

路由信息协议（Routing Information Protocol，RIP）是第一个实现动态选路的路由协议，该协议是基于本地网络的矢量距离算法而实现的。RIPv1 由 RFC1058 定义，RIPv2 由 RFC1723 定义。ZXR10　T600/T1200 全面支持 RIPv1 和 RIPv2，缺省使用 RIPv2。RIPv2 相比 RIPv1 有以下主要优点：

- 路由选择刷新中带有子网掩码
- 路由选择刷新的认证
- 组播路由刷新

以下将主要介绍 RIPv2，除非特别指定，否则 RIP 指的就是 RIPv2。

12.1.2 度量值和管理距离

RIP 使用用户数据报文协议 UDP 包（端口号 520）来交换 RIP 路由信息。RIP 报文中的路由信息包含了路由所经过的路由器的数量，即跳数，路由器根据跳数决定到目的网络的路由。

RFC 规定最大跳数不得大于 16，因此，RIP 仅适用于规模较小的网络。如果跳数为 16 则表示是无限远的距离，它代表了不可达的路由，这也是 RIP 识别和防止路由环的一种方法。

RIP 在选路时仅以跳数作为量度值，不考虑带宽、时延或其它可变因素。RIP 总是把跳数最小的路径作为优选路径，有时这会导致所选路径不是最佳。

RIP 的默认管理距离（Administrative Distance，AD）值为 120。对 AD 而言，它的值越低，路由选择来源的可信度越高。与其它路由选择协议相比，RIP 并不十分可靠。

12.1.3 定时器

运行 RIP 的路由器每隔一定的时间间隔（默认为 30s）发送一次路由信息的更新报文，它反映了该路由器所有的路由信息，这个过程称为路由信息通告。

如果一个路由器在一段时间内（默认为 180s）未能从另一个路由器收到更新信息，则会将该路由器提供的路由标记为不可用路由。

如果在后续的一段时间内（默认为 240s）还是未能得到更新，路由器将从路由表中彻底清除该路由。

RIP 提供以下四种定时器：

- 刷新定时器（Update timer）
- 失效定时器（Invalid timer）
- 抑制定时器（Holddown timer）
- 清除定时器（Flush Timer）

12.1.4 路由更新

RIP 协议使用触发更新来加快路由变化在 RIP 路由域中的扩散。当一个 RIP 路由器检测到某个接口正在或已经停止工作，某个相邻节点瘫痪了，或者是一个新的子网或邻居节点加入进来，这时它将发送一个触发更新。触发更新报文只包括变化了的路由。

RIP 协议使用毒性逆转来加速协议的收敛。毒性逆转将那些不可达的网络前缀的度量设置为 16（表示不可达），收到此度量的路由更新后，路由器会抛弃该路由，而不是等待其到达老化时间。

RIP 使用水平分割来防止产生路由环路和减少路由更新的大小。水平分割是指在收到某个路由更新的接口上不再重复发送这些更新信息。

12.2 配置 RIP

RIP 的配置主要包括：基本配置、增强性配置和版本配置。

12.2.1 基本配置

1. 启动 RIP 路由选择进程

router rip

2. 为 RIP 选择路由指定网络表

network <*ip-address*> <*net-mask*>

12.2.2 增强性配置

1. 调整 RIP 网络计时器

timers basic <*update*> <*invalid*> <*holddown*> <*flush*>

许多 RIP 特性可以进行自定义以适应任何网络环境。虽然大多数情况下不需要改变定时器的默认值，但有些时候，调整定时器可提高协议的性能。

2. 改变 RIP 更新发送的报文组间延迟

output-delay <*packets*> <*delay*>

3. 定义与本路由器交换路由信息的相邻路由器

neighbor <*ip-address*>

4. 配置认证

为了给网络上的路由进程增加一些特别的安全性，可以在路由器上配置 RIP 认证。给接口设置密码，网络邻居必须在该网络上使用相同的密码。RIPv1 不支持认证。

- 指定可用于接口简单文本认证的密钥值

ip rip authentication key <*key*>

- 指定用于 RIP 报文分组的验证类型

ip rip authentication mode {**text**|**md5**}

5. 打开水平分割机制

ip split-horizon

6. 打开毒性逆转机制

ip poison-reverse

7. 从一个路由域向 RIP 路由域再分配路由

redistribute <*protocol*> [**metric** <*metric-value*>] [**route-map** <*map-tag*>]

8. 设置将其他协议产生的路由再分配为 RIP 路由时采用的缺省度量

default-metric <*metric-value*>

9．ZXR10　T600/T1200 支持 RIPv1 和 RIPv2，缺省使用 RIPv2。可以通过以下命令指定路由器接收或发送的 RIP 的版本。

- 指定路由器全局使用的 RIP 版本

version {**1**|**2**}

- 指定在接口上接收的 RIP 版本

ip rip receive version {**1**|**2**} [**1**|**2**]

- 指定在接口上发送的 RIP 版本

ip rip send version {**1**|**2** {**broadcast**|**multicast**}}

12.3 RIP 的维护与诊断

以下是 RIP 的维护与诊断过程中常用的 **show** 命令。

- 显示 RIP 运行的基本信息

show ip rip [**vrf** <*vrf-name*>]

- 查看 RIP 接口的现行配置和状态

show ip rip interface [**vrf** <*vrf-name*>] <*interface-name*>

- 显示由 RIP 协议产生的路由条目

show ip rip database [**vrf** <*vrf-name*>] [**network** <*ip-address*> [**mask** <*net-mask*>]]

- 显示用户命令配置的所有 RIP 接口信息

show ip rip networks [**vrf** <*vrf-name*>]

ZXR10　T600/T1200 还提供了 **debug** 命令对 RIP 协议进行调试，跟踪相关信息。举例如下：

- 跟踪 RIP 的基本收发包过程

debug ip rip

- 打开所有 RIP 调试信息的开关

debug ip rip all

- 跟踪 RIP 路由表的变化过程

  debug ip rip database

- 跟踪和 RIP 有关的事件

  debug ip rip events

- 跟踪 RIP 触发事件

  debug ip rip trigger

下面 **debug ip rip** 命令的调试输出示例：

```
ZXR10#debug ip rip
RIP protocol debugging is on
ZXR10#
11:01:28: RIP: building update entries
      130.1.0.0/16 via 0.0.0.0, metric 1, tag 0
      130.1.1.0/24 via 0.0.0.0, metric 1, tag 0
      177.0.0.0/9 via 0.0.0.0, metric 1, tag 0
      193.1.168.0/24 via 0.0.0.0, metric 1, tag 0
      197.1.0.0/16 via 0.0.0.0, metric 1, tag 0
      199.2.0.0/16 via 0.0.0.0, metric 1, tag 0
      202.119.8.0/24 via 0.0.0.0, metric 1, tag 0
11:01:28: RIP: sending v2 periodic update to 224.0.0.9 via pos3_3/1
(193.1.1.111)
      130.1.0.0/16 via 0.0.0.0, metric 1, tag 0
      130.1.1.0/24 via 0.0.0.0, metric 1, tag 0
      177.0.0.0/9 via 0.0.0.0, metric 1, tag 0
      193.1.1.0/24 via 0.0.0.0, metric 1, tag 0
11:01:28: RIP: sending v2 periodic update to 193.1.168.95 via fei_1/1
(193.1.168.111)
11:01:28: RIP: sending v2 periodic update to 193.1.168.86 via fei_1/1
(193.1.168.111)
11:01:28: RIP: sending v2 periodic update to 193.1.168.77 via fei_1/1
(193.1.168.111)
11:01:28: RIP: sending v2 periodic update to 193.1.168.68 via fei_1/1
(193.1.168.111)
```

12.4 RIP 配置实例

如 图 12.4-1所示，在R1 和R2 上运行RIP。

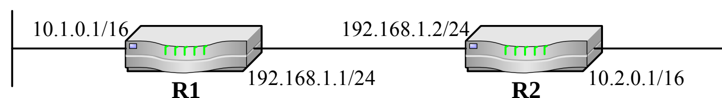


图12.4-1　RIP 配置实例

R1 的配置：

```
ZXR10_R1(config)#router rip
ZXR10_R1(config-router)#network 10.1.0.0 0.0.255.255
ZXR10_R1(config-router)#network 192.168.1.0 0.0.0.255
```

R2 的配置：

```
ZXR10_R2(config)#router rip
ZXR10_R2(config-router)#network 10.2.0.0 0.0.255.255
ZXR10_R2(config-router)#network 192.168.1.0 0.0.0.255
```

第13章 OSPF 配置

摘要

本章介绍了 OSPF 协议及在 ZXR10　T600/T1200 上的相关配置。

13.1 OSPF 概述

13.1.1 OSPF 基础

开放式最短路径优先协议（Open Shortest Path First，OSPF）是当今最流行、使用最广泛的路由协议之一。OSPF 是一种链路状态协议，它克服了路由选择信息协议（RIP）和其他距离向量协议的缺点。OSPF 还是一个开放的标准，来自多个厂家的设备可以实现协议互连。

OSPF 版本 1 在 RFC1131 中定义。目前使用的是 OSPF 版本 2，在 RFC2328 中定义。ZXR10　T600/T1200 全面支持 OSPF 版本 2。

OSPF 具有下列特点：

- 快速收敛，通过快速扩散链路状态更新确保数据库的同步，并同步计算路由表；
- 无路由环路，通过最短路径优先（SPF）算法，确保不会产生环路；
- 路由聚合，减小路由表大小；
- 完全无类别，支持可变长子网掩码（VLSM）和超网（CIDR）；
- 减少所需的网络带宽，因为采用触发更新机制，只有在网络发生变化的时候才发送更新信息；
- 支持接口的包认证，确保路由计算的安全性；
- 使用组播方式发送更新，在起到广播的作用的同时，减小了对非相关网络设备的干扰。

13.1.2 OSPF 算法

由于 OSPF 是一个链路状态协议，OSPF 路由器通过建立链路状态数据库生成路由表，这个数据库里具有所有网络和路由器的信息。路由器使用这些信息构造路由表，为了保证可靠性，所有路由器必须有一个完全相同的链路状态数据库。

链路状态数据库是根据链路状态公告（LSA）构造成的，而 LSA 是每个路由器产生的，并在整个 OSPF 网络上传播。LSA 有许多类型，完整的 LSA 集合将为路由器展示整个网络的精确分布图。

OSPF 使用开销（cost）作为度量值。开销被分配到路由器的每个接口上，默认情况下，一个接口的开销以 100M 为基准自动计算得到。到某个特定目的地的路径开销是这台路由器和目的地之间的所有链路的开销和。

为了从 LSA 数据库中生成路由表，路由器运行 Dijkstra 最短路径优先算法构建一棵开销路由树，路由器本身作为路由树的根。Dijkstra 算法使路由器计算出它到网络上每一个节点的开销最低的路径，路由器将这些路径的路由存入路由表。

和 RIP 不同，OSPF 不是简单的周期性广播它所有的路由选择信息。OSPF 路由器使用呼叫报文让邻居知道，自己仍然存活着。如果一个路由器在一段特定的时间内没有收到来自邻居的呼叫报文，表明这个邻居可能已经不再运行了。

OSPF 路由刷新是递增式的，路由器通常只在拓扑结构改变时发出刷新信息。当 LSA 的年龄达到 1800 秒时，重新发送一个该 LSA 的新版本。

13.1.3 OSPF 网络类型

与某个接口相连的网络的类型用于判断该接口上的 OSPF 默认行为。网络类型影响邻接的形成和路由器设定分配给这个接口的定时器的方法。

在 OSPF 中有以下五种网络类型：

- 广播网络（Broadcast）
- 非广播多路访问网络（Non-broadcast Multi-access，NBMA）
- 点对点网络（Point-to-Point）
- 点对多点网络（Point-to-Multipoint）
- 虚链路（Virtual Links）

13.1.4 HELLO 包和定时器

OSPF 路由器以一定的时间间隔交换 Hello 包（Hello Packet），其功能是在邻居间保持存活状态。Hello 包可以发现 OSPF 邻居，建立邻居间的关联和邻接，选择指定路由器。

在广播、点对点、点对多点三种网络类型中，Hello 包是组播型包；在 NBMA 网络和虚链路中，Hello 包单播到邻居路由器。

OSPF 使用三种和 Hello 包相关的定时器：

1. 呼叫间隔

   呼叫间隔是接口的一个属性，它定义了一个路由器隔多长时间从它的每一个接口送出 Hello 包。默认的呼叫间隔取决于网络类型。

   在广播和点对点网络中，默认的呼叫间隔为 10 秒；在 NBMA 和点对多点网络中，默认呼叫间隔为 30 秒。相邻的路由器必须同意呼叫间隔的长度以使它们成为邻居。

2. 路由器死亡间隔

   路由器死亡间隔是一个路由器从收到最后一个来自邻居的 Hello 包到检测到邻居已经离线的等待时间。默认的路由器死亡间隔是呼叫间隔的 4 倍，所有网络类型都是如此。

3. 轮询间隔

   轮询间隔只在 NBMA 网络中使用。

13.1.5 OSPF 邻居

OSPF 邻居是一组在同一网络上的路由器，这些路由器约定了某些配置参数。路由器必须是邻居才能形成邻接关系。

路由器形成邻居关系时要分析相互的 Hello 包，确定它们是否约定了所需的参数。这些参数包括：区域 ID、区域标志、认证信息、呼叫间隔、路由器死亡间隔。

13.1.6 邻接和指定路由器 DR

当两个路由器形成邻接后，它们可以交换路由选择信息。两个路由器是否形成邻接取决于连接路由器的网络类型。

点对点网络和虚链路只有两个路由器，所以路由器自动形成邻接。点对多点网络可认为是点对点网络的集合，所以每一对路由器之间形成邻接。

在广播和NBMA网络中，邻居间不一定形成邻接。如果一个网络上所有的n个路由器都建立了邻接，则每个路由器将有（n-1）个邻接，网络上将有n（n-1）/2个邻接。

在一个大的多路访问网络中，如果每个路由器都要追踪这么多的邻接，路由器的负担会很重，同时，每对邻接路由器之间的路由选择信息将浪费很多的网络带宽。

因此，OSPF定义了一个指定路由器（DR）和一个备份指定路由器（BDR）。DR和BDR必须和网络上每个OSPF路由器建立邻接关系，每个OSPF路由器只与DR和BDR形成邻接。如果DR停止工作，则BDR将成为DR。

13.1.7 路由器优先级和DR选举

每个路由器接口都有一个优先级，这会影响路由器成为它所连接的网络中的DR或BDR的能力。路由器优先级用8位无符号整数值表示，范围在0~255之间，缺省为1。

在DR选举时，具有最高优先级的路由器将成为DR。在优先级相同的情况下，选举IP地址最高的为DR。优先级为0的路由器不能成为DR或BDR。

13.1.8 OSPF区域

OSPF区域将网络分为若干个较小部分，以减少每个路由器存储和维护的信息量。每个路由器必须有它所在区域的完整信息。各区域之间的信息是共享的，路由选择信息可以在区域边缘被过滤，过滤可以减少路由器里存储的路由选择信息量。

一个区域用32位无符号数字来标识。区域0被保留，用来标识骨干网络，其他所有区域必须直接连在区域0上。一个OSPF网络必须有一个骨干区域。路由器根据它在区域内的任务，可以是下列一种或多种类型，如 图 13.1-1所示。

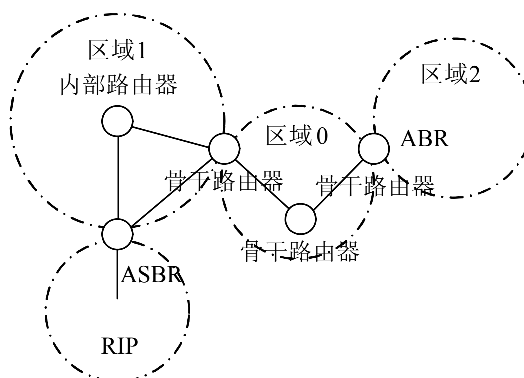


图13.1-1 OSPF路由器类型

- 内部路由器：路由器的接口在同一个区域内；
- 骨干路由器：路由器至少有一个接口在区域 0 内；
- 区域边缘路由器（ABR）：路由器至少有一个接口在区域 0 并且至少有一个接口在其他区域；
- 自治系统边界路由器（ASBR）：路由器连接一个运行 OSPF 的自治系统 AS 到另一个运行其他协议（如 RIP 或 IGRP）的 AS。

13.1.9 LSA 的类型与扩散

LSA 是 OSPF 路由器之间链路状态数据库交流信息的方式，路由器使用 LSA 构造一个准确的、完整的网络图，并由此产生路由表中所使用的路由。ZXR10 T600/T1200 支持 6 种类型的 LSA，分别是：

- 类型 1：路由器 LSA
- 类型 2：网络 LSA
- 类型 3：网络汇总 LSA
- 类型 4：ASBR 汇总 LSA
- 类型 5：AS 外部 LSA
- 类型 7：NSSA 外部 LSA

OSPF 的操作取决于一个区域内共享一个公用链路状态数据库的所有路由器，因此，所有 LSA 需要通过这个区域扩散，并且处理必须是可靠的。接收到一个特定区域的 LSA 的每一个路由器都将其扩散给属于这个区域的其他接口。

LSA 没有自己的报文，它们被包含在链路状态刷新（LSU）报文中，几个 LSA 也可以被包含在一个 LSU 中。

当路由器收到一个 LSU 时，它不是简单地把这个报文传送出去，而是从报文中将 LSA 分离出来，将它们输入到自己的数据库中，同时，路由器构建自己的 LSU，并将这个被更新过的 LSU 传递给与它邻接的邻居。

OSPF 使用链路状态确认（Link State Acknowledgements，LSAck）来确认每个 LSA 是否已被邻居成功接收。一个 LSAck 具有被确认的 LSA 的头部，它提供了足够的信息来唯一标识一个 LSA。

当路由器送出一个 LSA 到一个接口时，这个 LSA 被记录在这个接口的再传送队列中。路由器将等待最大的间隔时间以接收这个 LSA 的 LSAck。如果在规定的时间内没有收到 LSAck，路由器将重传这个 LSA。

路由器可以采用单播或组播来传送原 LSU，但重传的 LSU 是单播的。

13.1.10 末节区域和完全末节区域

当一个非骨干区域中没有 ASBR 时，路由器只有一条到达 AS 外部网络的通路，即通过 ABR。因此，这些区域内的路由器会将发往 AS 外部未知主机的 LSA 都发送到 ABR 上。

此时类型 5 的 LSA 不需要扩散到该区域中，在该区域中也没有类型 4 的 LSA。这种区域类型称为末节区域（Stub Area）。

在一个末节区域中，所有路由器必须被配置成末节路由器。Hello 包中包含了一个“stub 区域”标志位，这个标志位在邻居中必须是一致的。

末节区域中的 ABR 能够过滤掉类型 5 的 LSA，以防止它们被发布到末节区域中。同时，ABR 会产生一个类型 3 的 LSA，以通告一条到达 AS 外部目的地址的默认路由。

如果 ABR 将类型 3 的 LSA 也过滤掉，并通告一条到达区域外部目的地址的缺省路由，这种区域称为完全末节区域（Totally Stubby Area）。

13.1.11 非完全末节区域

末节区域中的路由器不允许类型 5 的 LSA，所以 ASBR 不是末节区域的一个部分。然而，可能希望生成一个具有 ASBR 的末节区域，这个区域中的路由器从该区域的 ASBR 接收 AS 外部路由，但是来自其他区域的外部路由信息将被阻断。

为此，OSPF 定义了非完全末节区域（Not-So-Stubby Area，NSSA）。在一个 NSSA 中，ASBR 生成类型 7 的 LSA 而不是类型 5 的 LSA。ABR 不能将类型 7 的 LSA 传入其他的 OSPF 区域，它一方面在区域边缘阻断外部路由到达 NSSA 区域，另一方面将类型 7 的 LSA 转换成类型 5 的 LSA。

13.1.12 OSPF 认证

认证可用于两个 OSPF 邻居之间的数据包交换。邻居间必须同意认证类型，认证类型包含在所有数据包中。

认证类型为 0 表示无认证，1 表示简单密码认证，2 表示 MD5 密码认证。

当配置简单密码认证时，一个接口只允许一个密码，每个接口的密码可以是不同的，但一个特定网络中的每个接口必须具有相同的密码。简单密码以明文方式用 OSPF 数据包传送。

13.2 配置 OSPF

OSPF 的配置可以很简单，也可以很复杂。ZXR10 T600/T1200 支持 OSPF 的很多复杂选项，以适应各种网络的需要。

13.2.1 基本配置

1. 启动 OSPF 路由选择进程

router ospf <*process-id*> [**vrf** <*vrf-name*>]

2. 定义 OSPF 协议运行的接口以及对这些接口定义区域 ID

network <*ip-address*> <*wildcard-mask*> **area** <*area-id*>

13.2.2 基本接口属性配置

1. 配置接口定时器

- 指定接口发送 HELLO 报文的时间间隔

ip ospf hello-interval <*seconds*>

- 指定接口重传 LSA 的时间间隔

ip ospf retransmit-interval <*seconds*>

- 指定接口传输一个链路状态更新数据包的迟延

ip ospf transmit-delay <*seconds*>

- 指定接口上邻居的死亡时间

ip ospf dead-interval <*seconds*>

许多 OSPF 特性可以进行自定义以适应任何网络环境。虽然大多数情况下不需要改变定时器的默认值，但有些时候，调整定时器可提高协议的性能。

2. 配置接口开销

ip ospf cost <*cost*>



说明：

当使用多个厂商提供的网络设备时，必须确保它们的 OSPF 能一起工作。例如，所有路由器必须用同一方法计算接口开销。

3． 配置接口优先级

ip ospf priority <*priority*>

13.2.3 配置邻居路由器

非广播网络上的邻居路由器必须通过 **neighbor** 命令手动指定。需要对所有接口进行遍历，当邻居 IP 地址和接口的 IP 地址在同一网段时，将邻居挂接到该接口。

13.2.4 配置 OSPF 认证

为了增强网络上路由进程的安全性，可以在路由器上配置 OSPF 认证。给接口设置密码，网络邻居必须在该网络上使用相同的密码。

1． 在 OSPF 区域上使认证起作用

area <*area-id*> **authentication** [**message-digest**]

2． 为简单口令认证类型的接口设置口令

ip ospf authentication-key <*password*>

13.2.5 设置 OSPF 区域

OSPF 使用区域来实现层次路由。OSPF 的区域有末节区域、完全末节区域、非完全末节区域三种类型。主干区域属于转换区域。

1． 定义一个区域为末节区域或完全末节区域

area <*area-id*> **stub** [**no-summary**] [**default-cost** <*cost*>]

2． 定义一个区域为非完全末节区域

area <*area-id*> **nssa** [**no-redistribution**] [**default-information-originate** [**metric** <*metric-value*>] [**metric-type** <*type*>]] [**no-summary**]

- NSSA 区域中使用关键字 **no-summary** 后，NSSA 区域的 ABR 将不会通告 inter-area 路由（类型 3 和类型 4 的路由）到 NSSA 区域中，而是通告一条缺省路由。这条缺省路由将以类型为 3 的 LSA 在 NSSA 区域中传播。

- **default-information-originate**、**no-summary** 选项必须在 ABR 上配置才生效。
- 如果 **default-information-originate** 和 **no-summary** 同时配置，则仅产生默认类型为 3 的 LSA，而不产生默认类型为 7 的 LSA。

13.2.6 配置区域间路由聚合

使 OSPF 流行的特点之一是路由聚合。路由聚合可以发生在区域间，也可以发生在自治系统间。区域间的路由聚合发生在 ABR 上，而自治系统间的路由聚合发生在 ASBR 上。

配置末节区域可节约末节区域中路由器的资源，但对骨干网并无帮助。当一个区域内的网络地址的分配是连续的，就可以配置 ABR 通告一条聚合过的路由替代这些连续的单独路由。

路由聚合可节约骨干区域的资源，通过公告一组网络地址为一个聚合地址来实现。使用 **area range** 命令配置区域内的汇总地址范围。

area <*area-id*> **range** <*ip-address*> <*net-mask*> [**advertise**|**not-advertise**]

13.2.7 配置路由重分布时的路由聚合

当其它路由协议的路由重分布到 OSPF 中之后，每条单独的路由作为一个外部的 LSA 被通告。可以通过聚合将这些外部路由作为一条单独的路由进行通告，这将大大减小 OSPF 的链路状态数据库的大小。

使用 **summary-address** 命令为 OSPF 建立聚集地址，汇总正重分布到 OSPF 的其他路由选择协议路径。

summary-address <*ip-address*> <*net-mask*>

13.2.8 配置通告缺省路由

使用 **notify default route** 命令可以配置一台 ASBR 通告一条缺省路由到整个 OSPF 域中。当一台路由器使用重分布路由后，就成为了一台 ASBR。缺省情况下 ASBR 不自动通告缺省路由到整个 OSPF 域中。通过命令配置路由器通告缺省路由，则该路由器自动成为 ASBR。

notify default route [**always**] [**metric** <*metric-value*>] [**metric-type** <*type*>] [**route-map** <*map-tag*>]

13.2.9 配置虚链路

OSPF 网络中的所有区域必须直接连接到骨干区域。这会限制区域的布局，特别是当网络非常大时。

为了解决这个问题，可以用虚链路的方式来使一个远程区域通过其他区域连接到骨干区域上。虚链路跨越的区域必须有完全的路由选择信息，因此，这个区域不能是一个末节区域。

使用 **area virtual-link** 命令定义 OSPF 虚拟链路。

area *<area-id>* **virtual-link** *<router-id>* [**hello-interval** *<seconds>*] [**retransmit-interval** *<seconds>*] [**transmit-delay** *<seconds>*] [**dead-interval** *<seconds>*] [**authentication-key** *<key>*] [**message-digest-key** *<keyid>* **md5** *<cryptkey>* [**delay** *<time>*]] [**authentication** [**null**|**message-digest**]]

13.2.10 配置重分布其它路由协议

不同的动态路由协议通过路由重分布可以实现路由信息共享。在 OSPF 中，其它路由协议的路由信息属于自治系统外部路由信息。自治系统外部路由信息只有被重分布到 OSPF 协议中后，才能通过 OSPF 的 LSA 扩散到整个 OSPF 网络中。

使用 **redistribute** 命令控制其它路由协议的路由重分布入 OSPF 自治系统中，使用该命令后路由器成为一个 ASBR。

redistribute *<protocol>* [**as** *<as-number>*] [**peer** *<peer-address>*] [**tag** *<tag-value>*] [**metric** *<metric-value>*] [**metric-type** *<type>*] [**route-map** *<map-tag>*]

13.2.11 修改 OSPF 管理距离

管理距离代表着路由信息来源的可靠性。通常管理距离是 0~255 之间的一个整数，值越高则可靠性越低。管理距离为 255 则表示路由信息来源不可靠，所有相关路由被忽略。

使用 **distance ospf** 命令定义基于路由类型的 OSPF 路由管理距离。

distance ospf {[**internal** *<distance>*] [**ext1** *<distance>*] [**ext2** *<distance>*]}

ZXR10　T600/T1200 可以定义 OSPF 的三种类型路由的管理距离：内部路由、第一类外部路由、第二类外部路由。缺省这三种类型路由的管理距离都是 110。

13.2.12 配置 DownBit 的 domain

OSPF 实例被赋予一个可配的 domain 属性，在一个路由器上，不同的实例就属于不同的 domain；不同路由器上的实例可以属于相同的 domain。

- OSPF 实例的 domain-id 可以配置，默认为 OSPF 的实例号。
- OSPF 实例的 domain-tag 属性可以配置，该配置目前仅能通过 **show running-config** 查看到。

domain-id 和 domain-tag 的配置均在路由配置模式下进行。

domain-id <*domain-id*>

domain-tag <*domain tag*>

13.3 OSPF 的维护与诊断

以下是 OSPF 的维护与诊断过程中常用的 **show** 命令。

1. 查看 OSPF 进程的详细信息

   show ip ospf [<*process-id*>]

2. 查看 OSPF 接口的现行配置和状态

   show ip ospf interface [<*interface-name*>] [**process** <*process-id*>]

3. 查看 OSPF 邻居的信息

   show ip ospf neighbor [**interface** <*interface-name*>] [**neighbor-id** <*neighbor*>] [**process** <*process-id*>]

   当两个路由器之间的路由信息不能通信时，可能是由于没有形成邻接关系。查看两台 OSPF 路由器之间的 neighbor 关系状态是否为 FULL，FULL 状态是 OSPF 协议之间正常运行的标志。

4. 查看一个链路状态数据库的全部或部分信息

- **show ip ospf database** [**database-summary**|**adv-router** <*router-id*>|**self-originate**] [**area** <*area-id*>] [**process** <*process-id*>]
- **show ip ospf database router** [<*link-state-id*>] [**adv-router** <*router-id*>|**self-originate**] [**area** <*area-id*>] [**process** <*process-id*>]
- **show ip ospf database network** [<*link-state-id*>] [**adv-router** <*router-id*>|**self-originate**] [**area** <*area-id*>] [**process** <*process-id*>]

- **show ip ospf database summary** [<*link-state-id*>] [**adv-router** <*router-id*>|**self-originate**] [**area** <*area-id*>] [**process** <*process-id*>]
- **show ip ospf database asbr-summary** [<*link-state-id*>] [**adv-router** <*router-id*>|**self-originate**] [**area** <*area-id*>] [**process** <*process-id*>]
- **show ip ospf database nssa** [<*link-state-id*>] [**adv-router** <*router-id*>|**self-originate**] [**area** <*area-id*>] [**process** <*process-id*>]
- **show ip ospf database external** [<*link-state-id*>] [**adv-router** <*router-id*>|**self-originate**] [**process** <*process-id*>]
- **show ip ospf database opaque-area** [<*link-state-id*>] [**adv-router** <*router-id*>|**self-originate**] [**area** <*area-id*>] [**process** <*process-id*>]

  链路状态数据库是 IP 路由表中所有 OSPF 路由的来源。许多路由问题可能就是链路状态数据库中的信息不正确或信息丢失造成。

ZXR10　T600/T1200 提供了 **debug** 命令对 OSPF 协议进行调试，跟踪相关信息。举例如下：

1. 打开回送 OSPF 邻接事件调试信息的开关

   debug ip ospf adj

2. 打开回送 OSPF 收发包事件调试信息的开关，监听所有 OSPF 包的接收和发送

   debug ip ospf packet

3. 打开回送 OSPF 生成链路状态宣告事件调试信息的开关

   debug ip ospf lsa-generation

4. 打开回送 OSPF 重要事件调试信息的开关

   debug ip ospf events

13.4 OSPF 配置实例

13.4.1 基本 OSPF 配置

如 图 13.4-1所示，在路由器R1 和R2 上运行OSPF，并将网络划分为三个区域。

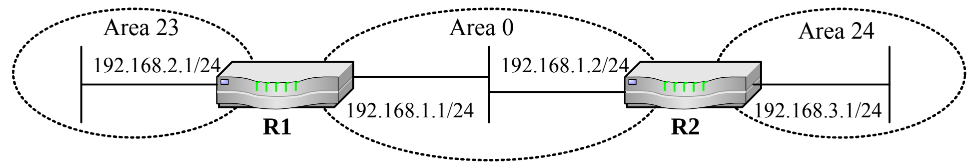


图13.4-1 基本 OSPF 配置实例

R1 的配置：

```
ZXR10_R1(config)#router ospf 1
ZXR10_R1(config-router)#network 192.168.2.0 0.0.0.255 area 23
ZXR10_R1(config-router)#network 192.168.1.0 0.0.0.255 area 0
```

R2 的配置：

```
ZXR10_R2(config)#router ospf 1
ZXR10_R2(config-router)#network 192.168.3.0 0.0.0.255 area 24
ZXR10_R2(config-router)#network 192.168.1.0 0.0.0.255 area 0
```

13.4.2 多区域 OSPF 配置

当单个区域网络增大到一定规模时，就应该将网络设计成多个OSPF区域运行。图13.4-2是一个配置了多个区域的OSPF实例。

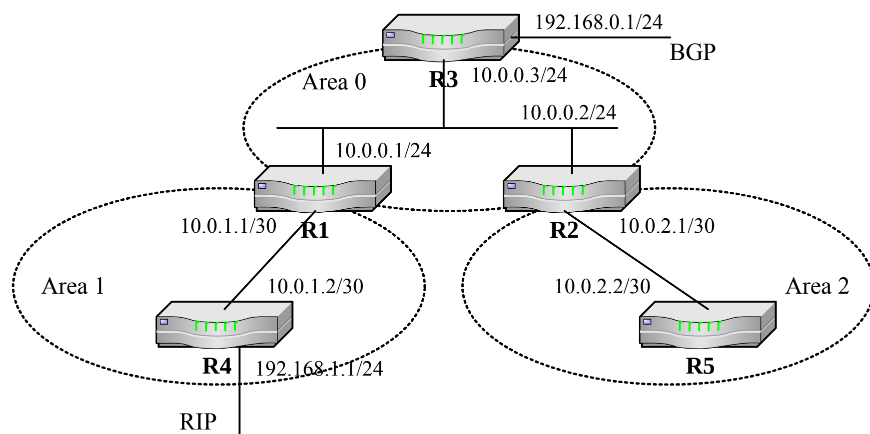


图13.4-2 多区域 OSPF 配置实例

下面说明各个路由器的具体配置。

区域 0.0.0.1 是一个 NSSA 区域，R1 是工作在 NSSA 区域 0.0.0.1 和骨干区域之间的 ABR。R1 向本区域内通告一条缺省路由。

R1 的配置：

```
ZXR10_R1(config)#interface fei_1/1
ZXR10_R1(config-if)#ip address 10.0.1.1 255.255.255.252
ZXR10_R1(config-if)#exit
ZXR10_R1(config)#interface fei_1/2
ZXR10_R1(config-if)#ip address 10.0.0.1 255.255.255.0
ZXR10_R1(config-if)#exit
ZXR10_R1(config)#router ospf 1
ZXR10_R1(config-router)#network 10.0.0.0 0.0.0.255 area 0.0.0.0
ZXR10_R1(config-router)#network 10.0.1.0 0.0.0.3 area 0.0.0.1
ZXR10_R1(config-router)#area 0.0.0.1 nssa
default-information-originate
```

区域 0.0.0.2 是一个 stub 区域，R2 是工作在区域 0.0.0.2 和骨干区域之间的 ABR。在 stub 区域内，ABR 自动会向 stub 区域内通告一条缺省路由。

R2 的配置：

```
ZXR10_R2(config)#interface fei_1/1
ZXR10_R2(config-if)#ip address 10.0.2.1 255.255.255.252
ZXR10_R2(config-if)#exit
ZXR10_R2(config)#interface fei_1/2
ZXR10_R2(config-if)#ip address 10.0.0.2 255.255.255.0
ZXR10_R2(config-if)#exit
ZXR10_R2(config)#router ospf 1
ZXR10_R2(config-router)#network 10.0.0.0 0.0.0.255 area 0.0.0.0
ZXR10_R2(config-router)#network 10.0.2.0 0.0.0.3 area 0.0.0.2
ZXR10_R2(config-router)#area 0.0.0.2 stub
```

R3 是工作在骨干区域 0 中的路由器，对外通过 BGP 和其它自治系统网络相连。作为整个自治系统的出口路由器，R3 通过手动配置通告一条缺省路由到整个 OSPF 域中。

R3 的配置：

```
ZXR10_R3(config)#interface fei_1/1
ZXR10_R3(config-if)#ip address 10.0.0.3 255.255.255.0
ZXR10_R3(config-if)#exit
ZXR10_R3(config)#interface fei_1/2
ZXR10_R3(config-if)#ip address 192.168.0.1 255.255.255.0
ZXR10_R3(config-if)#exit
ZXR10_R3(config)#router ospf 1
ZXR10_R3(config-router)#network 10.0.0.0 0.0.0.255 area 0.0.0.0
ZXR10_R3(config-router)#notify default route always
```

R4 是 NSSA 区域 0.0.0.1 中的 ASBR，R4 在运行 OSPF 协议的同时，还运行了 RIP 协议，RIP 协议可以通过路由重分布注入到 OSPF 中。

R4 的配置：

```
ZXR10_R4(config)#interface fei_1/1
ZXR10_R4(config-if)#ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
ZXR10_R4(config-if)#exit
ZXR10_R4(config)#interface fei_1/2
ZXR10_R4(config-if)#ip address 10.0.1.2 255.255.255.252
ZXR10_R4(config-if)#exit
ZXR10_R4(config)#router ospf 1
ZXR10_R4(config-router)#network 10.0.1.0 0.0.0.3 area 0.0.0.1
ZXR10_R4(config-router)#area 0.0.0.1 nssa
ZXR10_R4(config-router)#redistribute rip metric 10
```

R5 是工作在 stub 区域 0.0.0.2 内的路由器。

R5 的配置：

```
ZXR10_R5(config)#interface fei_1/1
ZXR10_R5(config-if)#ip address 10.0.2.2 255.255.255.252
ZXR10_R5(config-if)#exit
ZXR10_R5(config)#router ospf 1
ZXR10_R5(config-router)#network 10.0.2.0 0.0.0.3 area 0.0.0.2
ZXR10_R5(config-router)#area 0.0.0.2 stub
```

13.4.3 配置 OSPF 虚链路

图 13.4-3是一个OSPF虚链路的配置实例。

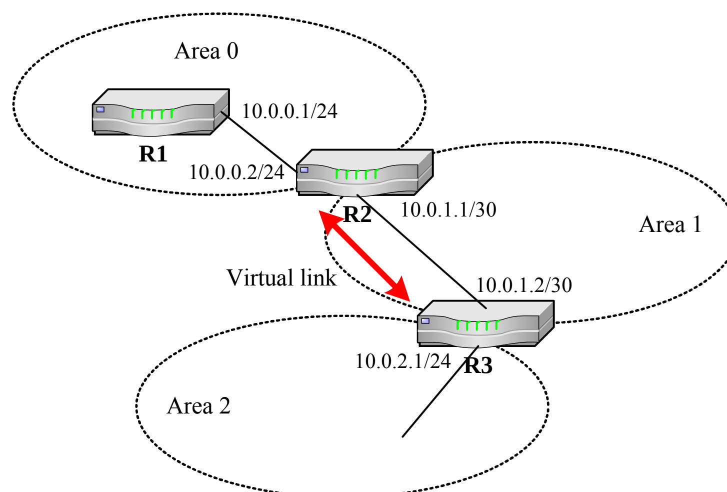


图13.4-3　OSPF 虚链路配置实例

下面是各个路由器的具体配置。

R1 的配置：

```
ZXR10_R1(config)#interface fei_1/1
ZXR10_R1(config-if)#ip address 10.0.0.1 255.255.255.0
ZXR10_R1(config-if)#exit
ZXR10_R1(config)#router ospf 1
ZXR10_R1(config-router)#network 10.0.0.0 0.0.0.255 area 0.0.0.0
```

R2 的配置：

```
ZXR10_R2(config)#interface fei_1/1
ZXR10_R2(config-if)#ip address 10.0.0.2 255.255.255.0
ZXR10_R2(config-if)#exit
ZXR10_R2(config)#interface fei_1/2
ZXR10_R2(config-if)#ip address 10.0.1.1 255.255.255.252
ZXR10_R2(config-if)#exit
ZXR10_R2(config)#router ospf 1
ZXR10_R2(config-router)#network 10.0.0.0 0.0.0.255 area 0.0.0.0
ZXR10_R2(config-router)#network 10.0.1.0 0.0.0.3 area 0.0.0.1
ZXR10_R2(config-router)#area 1 virtual-link 10.0.1.2
```

R3 的配置：

```
ZXR10_R3(config)#interface fei_1/1
ZXR10_R3(config-if)#ip address 10.0.1.2 255.255.255.252
ZXR10_R3(config-if)#exit
ZXR10_R3(config)#interface fei_1/2
```

```
ZXR10_R3(config-if)#ip address 10.0.2.1 255.255.255.0
ZXR10_R3(config-if)#exit
ZXR10_R3(config)#router ospf 1
ZXR10_R3(config-router)#network 10.0.1.0 0.0.0.3 area 0.0.0.1
ZXR10_R3(config-router)#network 10.0.2.0 0.0.0.255 area 0.0.0.2
ZXR10_R3(config-router)#area 1 virtual-link 10.0.0.2
```

13.4.4 配置 OSPF 认证

图 13.4-4是一个OSPF认证的配置实例。区域 0 中采用明文认证方式，区域 1 中采用MD5 加密的认证方式。

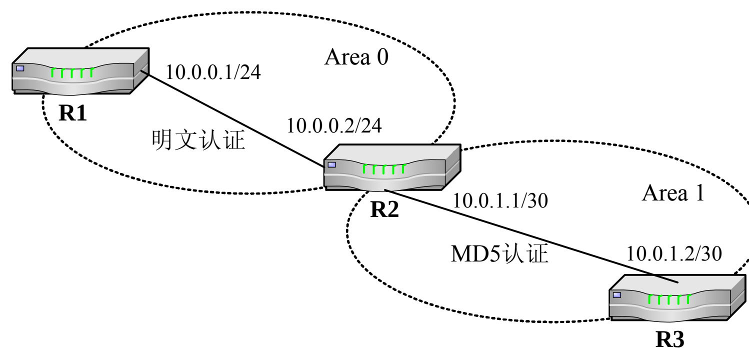


图13.4-4 OSPF 认证配置实例

下面是各个路由器的静态配置。

R1 的配置：

```
ZXR10_R1(config)#interface fei_1/1
ZXR10_R1(config-if)#ip address 10.0.0.1 255.255.255.0
ZXR10_R1(config-if)#ip ospf authentication-key ZXR10
ZXR10_R1(config-if)#exit
ZXR10_R1(config)#router ospf 1
ZXR10_R1(config-router)#network 10.0.0.0 0.0.0.255 area 0.0.0.0
ZXR10_R1(config-router)#area 0 authentication
```

R2 的配置：

```
ZXR10_R2(config)#interface fei_1/1
ZXR10_R2(config-if)#ip address 10.0.0.2 255.255.255.0
ZXR10_R2(config-if)#ip ospf authentication-key ZXR10
ZXR10_R2(config-if)#exit
ZXR10_R2(config)#interface fei_1/2
ZXR10_R2(config-if)#ip address 10.0.1.1 255.255.255.252
```

```
ZXR10_R2(config-if)#ip ospf message-digest-key 1 md5 ZXR10
ZXR10_R2(config-if)#exit
ZXR10_R2(config)#router ospf 1
ZXR10_R2(config-router)#network 10.0.0.0 0.0.0.255 area 0.0.0.0
ZXR10_R2(config-router)#network 10.0.1.0 0.0.0.3 area 0.0.0.1
ZXR10_R2(config-router)#area 0 authentication
ZXR10_R2(config-router)#area 1 authentication message-digest
```

R3 的配置：

```
ZXR10_R3(config)#interface fei_1/1
ZXR10_R3(config-if)#ip address 10.0.1.2 255.255.255.252
ZXR10_R3(config-if)#ip ospf message-digest-key 1 md5 ZXR10
ZXR10_R3(config-if)#exit
ZXR10_R3(config)#interface fei_1/2
ZXR10_R3(config-if)#ip address 10.0.2.1 255.255.255.0
ZXR10_R3(config-if)#exit
ZXR10_R3(config)#router ospf 1
ZXR10_R3(config-router)#network 10.0.1.0 0.0.0.3 area 0.0.0.1
ZXR10_R3(config-router)#network 10.0.2.0 0.0.0.255 area 0.0.0.2
ZXR10_R3(config-router)#area 1 authentication message-digest
```

第14章 IS-IS 配置

摘要

本章介绍了 IS-IS 协议及在 ZXR10　T600/T1200 上的相关配置。

14.1 IS-IS 概述

中间系统到中间系统（IS-IS）协议是由国际标准化组织提出的用于无连接网络服务（CLNS）的路由协议。IS-IS 协议是开放系统互联（OSI）协议中的网络层协议。通过对 IS-IS 协议进行扩充，增加了对 IP 路由的支持，形成集成化的 IS-IS 协议。现在提到的 IS-IS 协议都是指集成化的 IS-IS 协议。

14.1.1 IS-IS 基础

IS-IS 已作为一种内部网关协议（IGP）在网络中大量使用。其工作机制与 OSPF 类似，通过将网络划分成区域，区域内的路由器只管理区域内路由信息，从而节省路由器开销，此特点使其能适应中大型网络的需要。

由于 IS-IS 协议基础是 CLNS，而不是 IP，因此在路由器之间通讯时，IS-IS 使用的是 ISO 定义的协议数据单元（PDU）。IS-IS 中使用的 PDU 类型主要有：

- 呼叫 PDU
- 链路状态 PDU（LSP）
- 顺序号 PDU（SNP）

其中呼叫 PDU 类似于 OSPF 协议中的 HELLO 报文，负责形成路由器间的邻接关系，发现新的邻居，检测是否有邻居退出。

IS-IS 路由器通过链路状态 PDU 交换路由信息，建立和维护链路状态数据库。一个 LSP 表示了一个路由器相关的重要信息，包括区域及连接的网络。同时，通过使用 SNP 来保证 LSP 的可靠性传送。

SNP 中包含了网络中每一个 LSP 的总结性信息，当路由器收到一个 SNP 时，它会将该 SNP 与其链路状态数据库进行比较，如果该路由器丢失了一个在 SNP 中存在的 LSP 时，它回发起一个组播 SNP，向网络中其它路由器索要其需要的 LSP。

LSP 和 SNP 的配合使用，使 IS-IS 协议在大型网络中得以可靠的进行路由交互。

IS-IS 协议同样使用了 Dijkstra 的最短路进径优先算法（SPF）来计算路由。IS-IS 根据链路状态数据库使用SPF算法得出最佳路由，再将该路由加入到IP路由表中。

14.1.2 IS-IS 区域

为了便于链路状态数据库的管理，在 IS-IS 中引入了区域的概念。某个区域内的路由器只负责维护本区域的链路状态数据库，从而减轻了路由器自身的负担，这在大型网络中尤为重要。

IS-IS 中的区域分为骨干区域和非骨干区域：

- 骨干区域中的路由器拥有整个网络的数据库信息；
- 非骨干区域中的路由器只拥有该区域的信息。

对应区域的划分，IS-IS 定义了三种类型的路由器：

- L1 路由器：存在于非骨干区域，只与该区域内的 L1 路由器及 L1/L2 路由器交互路由信息；
- L2 路由器：存在于骨干区域，同其它 L2 路由器及 L1/L2 路由器交互路由信息；
- L1/L2 路由器：存在于非骨干区域，负责在它的区域与骨干区域之间交互路由信息。

IS-IS区域划分和路由器类型如 图 14.1-1所示。

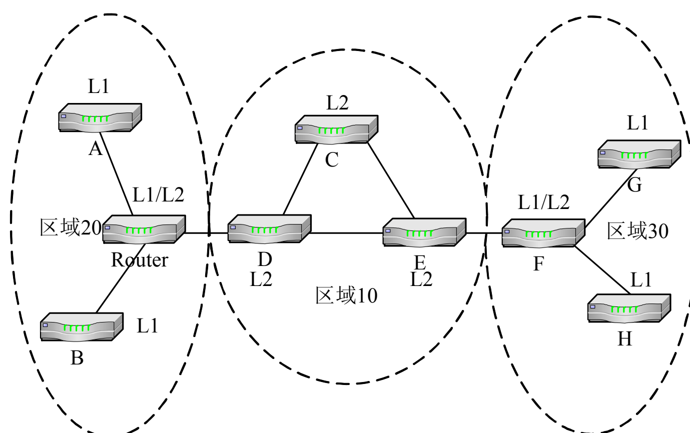


图14.1-1　IS-IS 区域图

14.1.3 IS-IS 网络类型

在 IS-IS 中只有两种网络类型：广播型网络和点对点网络。这使得 IS-IS 易于配置，容易实现。

14.1.4 DIS 和路由器优先级

在广播型网络中，类似于 OSPF 协议，IS-IS 也使用了指定路由器（DIS）。DIS 负责向该广播型网络上的所有路由器公告网络信息，同时所有其它路由器只公告一个到 DIS 的邻接。

可以配置路由器的优先级参数用于 DIS 的选举，也可以为 L1 和 L2 单独配置不同的优先级。当进行 DIS 选举时，优先级高的路由器被选作 DIS；当优先级都相同时，对于帧中继接口，系统 ID 值高的路由器被选为 DIS，对于以太网接口，接口 MAC 值高的路由器被选为 DIS。

14.2 配置 IS-IS

这里讲到的 IS-IS 配置主要是基于 IP 路由的配置。

14.2.1 IS-IS 基本配置

1. 启动 IS-IS 路由选择进程

   router isis [**vrf** <*vrf-name*>]

2. 设定 IS-IS 的区域地址

   area <*area-address*>

3. 设置 IS-IS 的 system-id

   system-id <*system-id*> [**range** <*range-number*>]

   在 IS-IS 路由配置模式下，需要定义一个区域，指定该路由器属于该区域。同时需要定义一个系统 ID 号，用于在该区域中标识该路由器，通常以该路由器某一接口 MAC 地址表示。

   缺省情况下，运行 IS-IS 协议的路由器被标识为 LEVEL-1-2，为了优化网络，也可以通过命令改变。

4. 指定接口运行 IS-IS 协议

   ip router isis

配置 IS-IS 时，必须在路由器上指定哪个接口运行 IS-IS 协议。进入接口模式后，指定该接口运行 IS-IS。

14.2.2 IS-IS 全局参数设置

如果该网络中运行的都是 ZXR10 路由器，在配置 IS-IS 时，使用缺省参数即可。但在与别的厂家路由器对接时，相关的接口参数和定时器可能需要加以调整，以使 IS-IS 协议在网络中能够更加高效的运行。

IS-IS 中参数的设置主要涉及到全局参数设置及接口参数设置。IS-IS 全局参数需在 IS-IS 路由模式下配置，下面讲述几种常用的全局参数设置。

1. 设置 IS-IS 操作类型

   is-type {**level-1 | level-1-2 | level-2-only**}

   这是 IS-IS 配置中的一个基本参数设置。目的是根据实际组网情况，定义本路由器所属的操作类型。

2. 设置 PSNP 的时间间隔

   isis psnp-interval <*interval*> [**level-1 | level-2**]

   PSNP 通常用于点对点网络中。该参数用于设置两个 PSNP 之间发送的时间间隔，缺省值为 3。

3. 通告自身资源不足

   set-overload-bit

   设定 IS-IS 的 OL 标志位，该标志在本路由器处理能力不足时，用来向运行 IS-IS 的其它路由器发出通告。

4. 产生缺省路由

   default-information originate [**always**] [**metric** <*metric-value*>] [**metric-type** <*type*>] [**level-1|level-1-2|level-2**]

   当配置路由重分发时，路由器需要使用上述命令才能将路由条目中的缺省路由重分发进 IS-IS 域。

5. 路由汇聚

   summary-address <*ip-address*> <*net-mask*> <*metric-value*> [**level-1 | level-1-2 | level-2**]

IS-IS 可以将路由表中的部分条目汇聚后产生一个聚合路由向外通告，而不用再通告具体的路由条目。被聚合的路由条目中最小的 metric 值被选作聚合路由的 metric 度量值。

14.2.3 IS-IS 接口参数设置

对于接口上的 IS-IS 参数的设置需在运行 IS-IS 协议的接口模式下进行，下面讲述几种典型的接口参数设置。

1. 设置接口操作类型

   isis circuit-type {**level-1**|**level-1-2**|**level-2-only**}

   这是 IS-IS 配置中的一个基本参数设置，用于指定该接口的操作类型。该值需要与 IS-IS 全局操作类型匹配。

2. 配置端口发送 Hello 的间隔时间

   isis hello-interval <*interval*> [**level-1** | **level-2**]

3. 配置接口的保存时间与 hello 间隔时间的倍数

   isis hello-multiplier <*multiplier*> [**level-1** | **level-2**]

4. 设置 LSP 包的传输间隔

   isis lsp-interval <*interval*> [**level-1** | **level-2**]

5. 设置 LSP 包的重传间隔

   isis retrasmit-interval <*interval*> [**level-1** | **level-2**]

6. 配置接口的 DIS 选举优先级

   isis priority <*priority*> [**level-1** | **level-2**]

7. 设置 IS-IS 接口度量值

   isis metric <*metric-value*> [**level-1** | **level-2**]

   用于设置接口在参加 IS-IS 最短路径数计算时的度量值，可以在同一个接口上为 L1 和 L2 分别设置不同的度量值，缺省值为 10。

8. 设置 CSNP 时间间隔

   isis csnp-interval <*interval*> [**level-1** | **level-2**]

   用于设置 CSNP 包的时间间隔。在广播网络中缺省值为 10，在点对点网络中缺省值为 3600。

14.2.4 配置 IS-IS 认证

ZXR10　T600/T1200 支持四种类型的 IS-IS 认证：

- 邻居之间认证
- 区域内部认证
- 区域之间认证
- SNP 之间认证

目前 ZXR10　T600/T1200 中只支持明文认证方式。

1. 配置 hello 报文的认证

   isis authentication <*key*> [**level-1**|**level-2**]

2. 配置 IS-IS 的 LSP 认证

   authentication <*key*> [**level-1**|**level-2**]

3. 设置对 SNP 报文的认证

   enable-snp-authentication

   示例：配置 SNP 认证，认证串为 welcome。

```
ZXR10(config)#router isis
ZXR10(config-router)#authentication welcome
ZXR10(config-router)#enable-snp-authentication
```

14.3 IS-IS 的维护与诊断

ZXR10　T600/T1200 提供 **show** 命令来帮助诊断 IS-IS 的故障。以下是 IS-IS 的维护与诊断过程中常用的命令。

- 查看邻接关系，显示当前邻居状态

  show isis adjacency

- 显示当前 IS-IS 接口信息

  show isis circuits

- 显示当前 IS-IS 数据库信息

  show isis database

- 显示当前的 IS-IS 拓扑结构

  show isis topology

除了上面提到的 **show** 命令外，ZXR10 T600/T1200 还提供了一些在实际操作中使用的 **debug** 命令。列举如下：

- 跟踪显示 IS-IS 收到和发出的 Hello 报文

  debug isis adj-packets

- 跟踪显示 IS-IS 收到和发出的 SNP 报文及相关处理事件

  debug isis snp-packets

- 跟踪显示 IS-IS 路由计算事件调试信息

  debug isis spf-events

- 跟踪显示 IS-IS LSP 包处理事件调试信息

  debug isis update-packets

14.4 IS-IS 配置实例

14.4.1 单区域 IS-IS 配置

在配置IS-IS之前应对整个网络进行分析，根据网络大小决定网络拓扑，是否需要划分多个区域，是否有多种路由协议在网络中运行。下面以一个单区域网络说明IS-IS协议的基本配置，如 图 14.4-1所示。

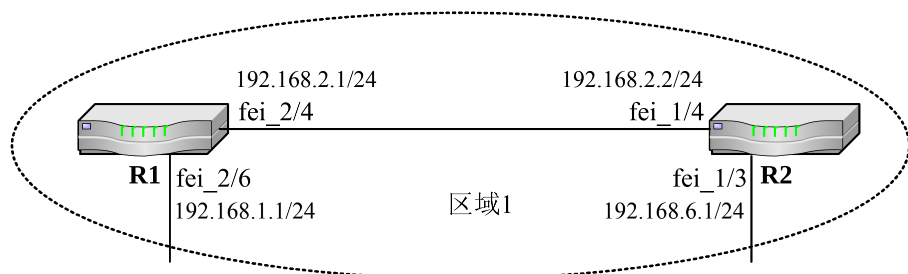


图14.4-1 单区域中 IS-IS 配置实例

上图中 R1 与 R2 组成区域 1，运行 IS-IS 协议。具体配置显示如下。

R1 的配置：

```
ZXR10_R1(config)#router isis
ZXR10_R1(config-router)#area 01
ZXR10_R1(config-router)#system-id 00D0.D0C7.53E0
ZXR10_R1(config-router)#exit
ZXR10_R1(config)#interface fei_2/4
ZXR10_R1(config-if)#ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
ZXR10_R1(config-if)#ip router isis
ZXR10_R1(config-if)#exit
ZXR10_R1(config)#interface fei_2/6
ZXR10_R1(config-if)#ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
ZXR10_R1(config-if)#ip router isis
```

R2 的配置：

```
ZXR10_R2(config)#router isis
ZXR10_R2(config-router)#area 01
ZXR10_R2(config-router)#system-id 00D0.D0C7.5460
ZXR10_R2(config-router)#exit
ZXR10_R2(config)#interface fei_1/4
ZXR10_R2(config-if)#ip address 192.168.2.2 255.255.255.0
ZXR10_R2(config-if)#ip router isis
ZXR10_R2(config-if)#exit
ZXR10_R2(config)#interface fei_1/3
ZXR10_R2(config-if)#ip address 192.168.6.1 255.255.255.0
ZXR10_R2(config-if)#ip router isis
```

14.4.2 多区域 IS-IS 配置

在网络较大时，应该考虑在IS-IS中使用多个区域。可根据地域及功能将相近的路由器划分在一个区域内，区域的划分有助于减少内存的需求。使区域内的路由器只需要维护较小的链路状态数据库。图 14.4-2是一个配置有多区域的IS-IS实例。

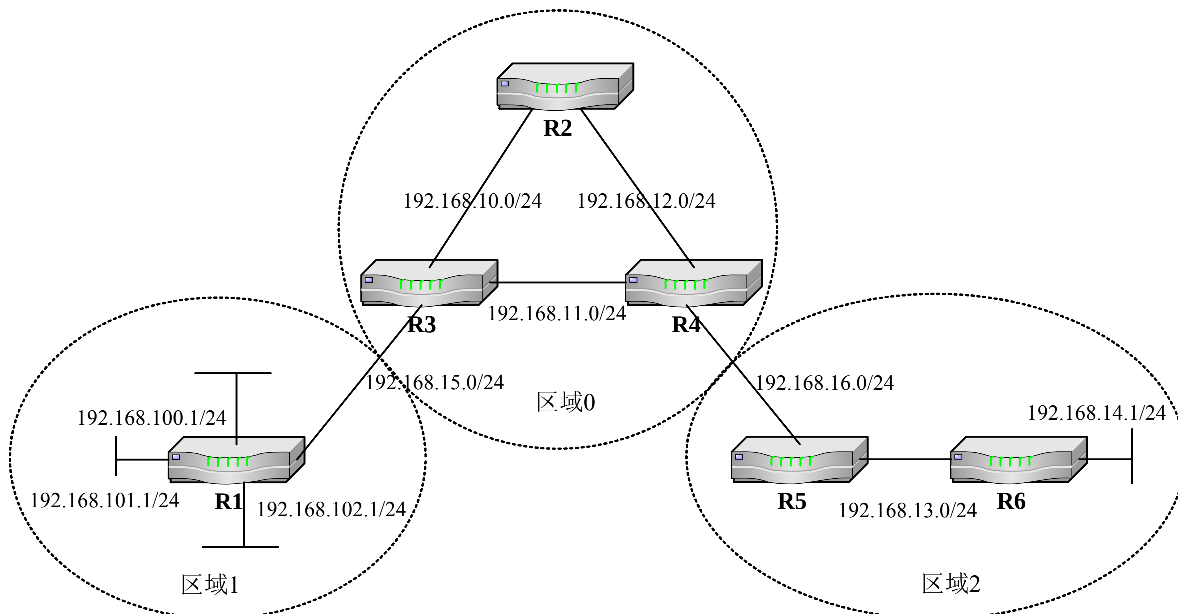


图14.4-2 多区域中 IS-IS 配置实例

其中 R1 属于区域 1；R2，R3，R4 属于区域 0；R5，R6 属于区域 2。在 R1 中对区域 1 的网段进行了路由汇聚。在 R6 上将默认路由再分配到了 IS-IS 中。

下面是图中各路由器的具体配置。

R1 的配置：

```
ZXR10_R1(config)#router isis
ZXR10_R1(config-router)#area 01
ZXR10_R1(config-router)#system-id 00D0.D0C7.53E0
ZXR10_R1(config-router)#is-type LEVEL-1-2
ZXR10_R1(config-router)#exit
ZXR10_R1(config)#interface fei_2/4
ZXR10_R1(config-if)#ip address 192.168.15.1 255.255.255.0
ZXR10_R1(config-if)#ip router isis
ZXR10_R1(config-if)#isis circuit-type LEVEL-2
ZXR10_R1(config-if)#exit
ZXR10_R1(config)#interface fei_2/6
ZXR10_R1(config-if)#ip address 192.168.100.1 255.255.255.0
ZXR10_R1(config-if)#ip router isis
ZXR10_R1(config-if)#isis circuit-type LEVEL-1
ZXR10_R1(config-if)#exit
ZXR10_R1(config)#interface fei_2/7
ZXR10_R1(config-if)#ip address 192.168.101.1 255.255.255.0
ZXR10_R1(config-if)#ip router isis
```

```
ZXR10_R1(config-if)#isis circuit-type LEVEL-1
ZXR10_R1(config-if)#exit
ZXR10_R1(config)#interface fei_2/8
ZXR10_R1(config-if)#ip address 192.168.102.1 255.255.255.0
ZXR10_R1(config-if)#ip router isis
ZXR10_R1(config-if)#isis circuit-type LEVEL-1
ZXR10_R1(config-if)#exit
ZXR10_R1(config)#router isis
ZXR10_R1(config-router)#summary-address          192.168.100.0
255.255.252.0 10
```

R2 的配置：

```
ZXR10_R2(config)#router isis
ZXR10_R2(config-router)#area 00
ZXR10_R2(config-router)#system-id 00D0.E0D7.53E0
ZXR10_R2(config-router)#is-type LEVEL-2
ZXR10_R2(config-router)#exit
ZXR10_R2(config)#interface fei_2/4
ZXR10_R2(config-if)#ip address 192.168.10.2 255.255.255.0
ZXR10_R2(config-if)#ip router isis
ZXR10_R2(config-if)#isis circuit-type LEVEL-2
ZXR10_R2(config-if)#exit
ZXR10_R2(config)#interface fei_2/6
ZXR10_R2(config-if)#ip address 192.168.12.2 255.255.255.0
ZXR10_R2(config-if)#ip router isis
ZXR10_R2(config-if)#isis circuit-type LEVEL-2
ZXR10_R2(config-if)#exit
```

R3 的配置：

```
ZXR10_R3(config)#router isis
ZXR10_R3(config-router)#area 00
ZXR10_R3(config-router)#system-id 00D0.E0C7.53E0
ZXR10_R3(config-router)#is-type LEVEL-2
ZXR10_R3(config-router)#exit
ZXR10_R3(config)#interface fei_2/4
ZXR10_R3(config-if)#ip address 192.168.15.3 255.255.255.0
ZXR10_R3(config-if)#ip router isis
ZXR10_R3(config-if)#isis circuit-type LEVEL-2
ZXR10_R3(config-if)#exit
ZXR10_R3(config)#interface fei_2/6
ZXR10_R3(config-if)#ip address 192.168.10.3 255.255.255.0
ZXR10_R3(config-if)#ip router isis
```

```
ZXR10_R3(config-if)#isis circuit-type LEVEL-2
ZXR10_R3(config-if)#exit
ZXR10_R3(config)#interface fei_2/7
ZXR10_R3(config-if)#ip address 192.168.11.3 255.255.255.0
ZXR10_R3(config-if)#ip router isis
ZXR10_R3(config-if)#isis circuit-type LEVEL-2
ZXR10_R3(config-if)#exit
```

R4 的配置：

```
ZXR10_R4(config)#router isis
ZXR10_R4(config-router)#area 00
ZXR10_R4(config-router)#system-id 00D0.E0E7.53E0
ZXR10_R4(config-router)#is-type LEVEL-2
ZXR10_R4(config-router)#exit
ZXR10_R4(config)#interface fei_2/4
ZXR10_R4(config-if)#ip address 192.168.12.4 255.255.255.0
ZXR10_R4(config-if)#ip router isis
ZXR10_R4(config-if)#isis circuit-type LEVEL-2
ZXR10_R4(config-if)#exit
ZXR10_R4(config)#interface fei_2/6
ZXR10_R4(config-if)#ip address 192.168.11.4 255.255.255.0
ZXR10_R4(config-if)#ip router isis
ZXR10_R4(config-if)#isis circuit-type LEVEL-2
ZXR10_R4(config-if)#exit
ZXR10_R4(config)#interface fei_2/7
ZXR10_R4(config-if)#ip address 192.168.16.4 255.255.255.0
ZXR10_R4(config-if)#ip router isis
ZXR10_R4(config-if)#isis circuit-type LEVEL-2
ZXR10_R4(config-if)#exit
```

R5 的配置：

```
ZXR10_R5(config)#router isis
ZXR10_R5(config-router)#area 02
ZXR10_R5(config-router)#system-id 00D0.D0CF.53E0
ZXR10_R5(config-router)#is-type LEVEL-1-2
ZXR10_R5(config-router)#exit
ZXR10_R5(config)#interface fei_2/4
ZXR10_R5(config-if)#ip address 192.168.16.5 255.255.255.0
ZXR10_R5(config-if)#ip router isis
ZXR10_R5(config-if)#isis circuit-type LEVEL-2
ZXR10_R5(config-router)#exit
ZXR10_R5(config)#interface fei_2/6
ZXR10_R5(config-if)#ip address 192.168.13.5 255.255.255.0
```

```
ZXR10_R5(config-if)#ip router isis
ZXR10_R5(config-if)#isis circuit-type LEVEL-1
ZXR10_R5(config-if)#exit
```

R6 的配置：

```
ZXR10_R6(config)#router isis
ZXR10_R6(config-router)#area 02
ZXR10_R6(config-router)#system-id 00D0.0ECD.53E0
ZXR10_R6(config-router)#is-type LEVEL-1
ZXR10_R6(config-router)#exit
ZXR10_R6(config)#interface fei_2/4
ZXR10_R6(config-if)#ip address 192.168.13.6 255.255.255.0
ZXR10_R6(config-if)#ip router isis
ZXR10_R6(config-if)#isis circuit-type LEVEL-1
ZXR10_R6(config-router)#exit
ZXR10_R6(config)#interface fei_2/8
ZXR10_R6(config-if)#ip address 192.168.14.1 255.255.255.0
ZXR10_R6(config-if)#exit
ZXR10_R6(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.14.10
ZXR10_R6(config)#router isis
ZXR10_R6(config-router)#default-information originate
ZXR10_R6(config-router)#redistribute protocol static metric 10
ZXR10_R6(config-router)#end
ZXR10_R6#
```

第15章 BGP 配置

摘要

本章介绍了 BGP 协议及在 ZXR10　T600/T1200 上的相关配置。

15.1 BGP 概述

边界网关协议（Border Gateway Protocol，BGP）是一个用于自治系统（AS）之间的域间路由协议，它的主要功能是在运行 BGP 协议的自治系统之间交换网络可达性信息。

这些信息主要包括一个路由所经过的自治系统的列表，它们足以建立一个表示自治系统连接状态的图。这使得在 AS 基础上的路由选择策略成为可能，同时解决了路由环路问题。

BGP 版本 4（BGP4）是 BGP 的最新版本，在 RFC1771 中被定义，它支持 CIDR、超网（supernet）、子网（subnet）等的实现和路由聚合（route aggregation）、路由过滤功能，目前在互联网上被大量使用。

具有独立选路策略的管理区域被称为自治系统（AS）。AS 的重要特征是对另一自治系统来说具有一个统一的内部路由，并对经其可达的目的地表现出一致的拓扑。

自治系统的指示符是一个 16bits 的值，范围 1~65535，其中 1~32767 可供分配，32768~64511 暂时保留，64512~65534 用于私有 AS(类似于 IP 地址中的私网地址)。

不同 AS 之间的 BGP 路由器建立对话，称之为 EBGP 对话；同一 AS 内部的 BGP 路由器之间建立 IBGP 对话。

BGP 运行于可靠的传输协议之上，采用 TCP 作为其底层协议，TCP 端口为 179。运行 BGP 的路由器之间首先建立 TCP 连接，然后通过报文认证，交换全部路由表信息。之后当路由表变化时发送路由更新消息给所有的 BGP 邻居，再由 BGP 邻居将该路由信息进行再扩散，直到全网获得该路由信息。

路由器向其对等体发送关于目的网络的 BGP 更新消息时，这些消息中包括有关 BGP 度量值的信息，被称为路径属性。路径属性分为独立的四类：

1. 公认的，必须遵守的属性：该属性必须出现在路由描述中。

   AS 路径（AS-path）

下一跳（next-hop）

起源（origin）

2. 公认的，自决的属性：该属性不是必须在路由描述中出现。

本地优先（local preference）

原子聚合（Atomic aggregate）

3. 任选的，可传递属性：该属性不要求所有 BGP 的实施都必须支持，如果支持，就可以将其传给 BGP 邻居，不被当前路由器所支持的应该被继续传递给其它 BGP 路由器。

聚合者（aggregator）

团体（community）

4. 任选的，非传递属性：该属性表明不支持该属性的路由器应该将其删除。

多出口标识（Multi-exiy-discriminator，MED）

除以上属性外，权重属性（CISCO 定义）也是一种常用属性。

15.2 配置 BGP

15.2.1 BGP 基本配置

在一台路由器上启动 BGP 路由协议通常有下面三个步骤。

1. 启动 BGP 进程

router bgp <*as-number*>

2. 配置 BGP 邻居

neighbor <*ip-address*> **remote-as** <*number*>

3. 使用 BGP 通告一个网络

network <*ip-address*> <*net-mask*>

下图是一个 BGP4 配置实例。其中路由器 R1 属于自治系统 100，路由器 R2 属于自治系统 200。

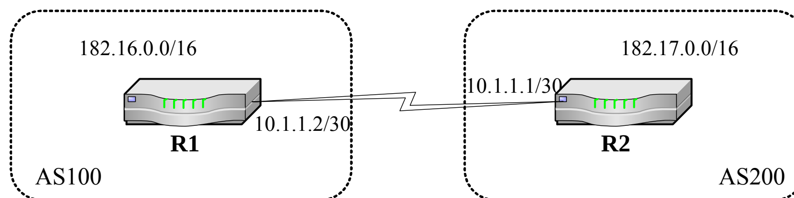


图15.2-1 基本 BGP 配置

R1 的配置：

```
ZXR10_R1(config)#router bgp 100
ZXR10_R1(config-router)#neighbor 10.1.1.1 remote-as 200
ZXR10_R1(config-router)#network 182.16.0.0 255.255.0.0
```

R2 的配置：

```
ZXR10_R2(config)#router bgp 200
ZXR10_R2(config-router)#neighbor 10.1.1.2 remote-as 100
ZXR10_R3(config-router)#network 182.17.0.0 255.255.0.0
```

在上面的配置，R1 与 R2 相互将对方定义为 BGP 邻居。由于 R1 与 R2 分属不同的自治系统，所以将建立一个 EBGP 对话。R1 将通告网络 182.16.0.0/16，R2 将通告网络 182.17.0.0/16。

15.2.2 BGP 路由通告

上面使用了 **network** 命令通告 BGP 路由器。通常在建立好 BGP 邻居后，可以使用三种办法通告 BGP 路由。

1. 用 **network** 命令通告路由

   在 BGP 中，可以使用 **network** 命令通告本路由器已知的网络。已知网络可以是通过直连、静态路由、动态路由学习到的网络。**network** 命令在 BGP 协议中的使用不同于在 IGP 协议中的使用。

2. 用 **redistribute** 命令将别的路由协议学习到的路由再分配到 BGP 中

   使用 **redistribute** 命令可以将 IGP 协议（RIP，OSPF，IS-IS）的路由再分配到 BGP 中。使用 **redistribute** 命令时要防止将 IGP 从 BGP 学习到的路由再次分配到 BGP 中，必要时使用过滤命令防止环路发生。

3. 分配静态路由到 BGP 中

   对于再分配到 BGP 中的静态路由，在路由表中显示路由源为 incomplete。

下面是一个使用路由再分配的方式在BGP中通告路由的例子，具体组网如 图15.2-2所示。

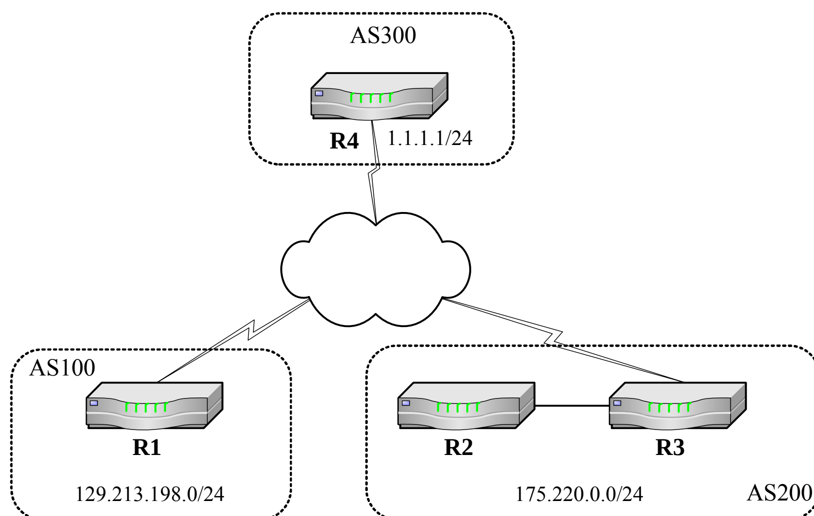


图15.2-2 BGP 路由通告配置

R3 的配置：

```
ZXR10_R3(config)#router ospf 1
ZXR10_R3(config-router)#network 175.220.0.0 0.0.0.255 area 0
ZXR10_R3(config)#router bgp 200
ZXR10_R3(config-router)#neighbor 1.1.1.1 remote-as 300
ZXR10_R3(config-router)#redistribute ospf-int
```

15.2.3 BGP 聚合通告

通过 **aggregate-address** 命令 BGP 协议可以将学习到的多条路由信息汇聚成一条路由信息对外通告，从而大大减少路由表中的路由条目。

下面是一个聚合路由的实例。如 图 15.2-3所示，路由器R1 和R2 分别通告路由170.20.0.0/16 和 170.10.0.0/16。R3 将该两条路由信息聚合成 170.0.0.0/8 通告给R4。配置聚合后，R4 的路由表中将仅能学习到聚合路由 170.0.0.0/8。

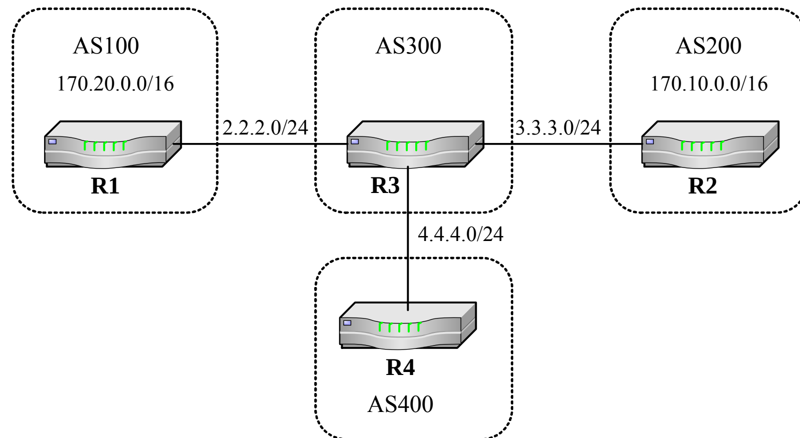


图15.2-3　BGP 聚合通告配置

R1 的配置：

```
ZXR10_R1(config)#interface fei_1/1
ZXR10_R1(config-if)#ip address 2.2.2.2 255.255.255.0
ZXR10_R1(config)#router bgp 100
ZXR10_R1(config-router)#network 170.20.0.0 255.255.0.0
ZXR10_R1(config-router)#neighbor 2.2.2.1 remote-as 300
```

R2 的配置：

```
ZXR10_R2(config)#interface fei_1/1
ZXR10_R2(config-if)#ip address 3.3.3.3 255.255.255.0
ZXR10_R2(config)#router bgp 200
ZXR10_R2(config-router)#network 170.10.0.0 255.255.0.0
ZXR10_R2(config-router)#neighbor 3.3.3.1 remote-as 300
```

R3 的配置：

```
ZXR10_R3(config)#interface fei_1/1
ZXR10_R3(config-if)#ip address 2.2.2.1 255.255.255.0
ZXR10_R3(config)#interface fei_1/2
ZXR10_R3(config-if)#ip address 3.3.3.1 255.255.255.0
ZXR10_R3(config)#interface fei_1/3
ZXR10_R3(config-if)#ip address 4.4.4.1 255.255.255.0
ZXR10_R3(config)#router bgp 300
ZXR10_R3(config-router)#neighbor 2.2.2.2 remote-as 100
ZXR10_R3(config-router)#neighbor 3.3.3.3 remote-as 200
ZXR10_R3(config-router)#neighbor 4.4.4.4 remote-as 400
ZXR10_R3(config-router)#aggregate-address  170.0.0.0  255.0.0.0
summary-only
```

R3 学习到 170.20.0.0 和 170.10.0.0 两条路由，但其只通告聚合路由 170.0.0.0/8。注意聚合通告命令中的参数 **summary-only**，如没有该参数，R3 通告聚合路由的同时将通告具体路由。

R4 的配置：

```
ZXR10_R4(config)#interface fei_1/1
ZXR10_R4(config-if)#ip address 4.4.4.4 255.255.255.0
ZXR10_R4(config)#router bgp 400
ZXR10_R4(config-router)#neighbor 4.4.4.1 remote-as 300
```

15.2.4 EBGP 中多跳配置

通常 EBGP 邻居需要在两台路由器直连接口上建立。当需要在非直连接口建立 EBGP 邻居时，需要使用 **neighbor ebgp-multihop** 命令完成 EBGP 多跳配置，同时必须进行适当的 IGP 或静态路由配置以使非直连的邻居能够互通。

如 图 15.2-4所示，路由器R1 需要与路由器R2 上地址为 180.225.11.1 的非直连接口建立邻居关系。此时，就需要使用**neighbor ebgp-multihop**命令。

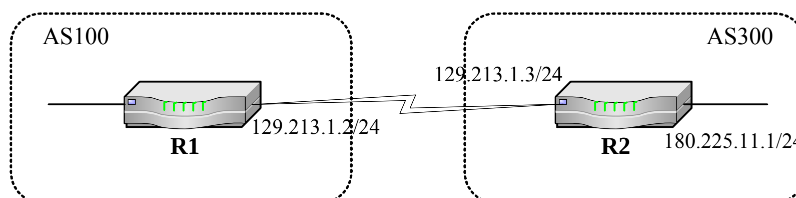


图15.2-4　BGP 多跳配置

R1 的配置：

```
ZXR10_R1(config)#router bgp 100
ZXR10_R1(config-router)#neighbor 180.225.11.1 remote-as 300
ZXR10_R1(config-router)#neighbor 180.225.11.1 ebgp-multihop
```

R2 的配置：

```
ZXR10_R2(config)#router bgp 300
ZXR10_R2(config-router)#neighbor 129.213.1.2 remote-as 100
```

15.2.5 通过路由图过滤路由

路由过滤与属性设置是进行 BGP 决策的基础。通过路由过滤操作，可以根据需要对输入或输出的路由属性进行控制。

路由图用于控制路由信息，在路由域之间通过定义条件实现路由再分配。路由图通常配合路由属性对路由进行决策。路由图的使用通常分为两个步骤：

1. 定义一个路由图

   route-map <*map-tag*>[**permit**|**deny**][<*sequence-number*>]

2. 配置对邻居通告来的路由或通告给邻居的路由进行过滤或设置路由的优先级

   neighbor <*ip-address*> **route-map** <*map-tag*> {**in**|**out**}

下面是使用路由图进行过滤的配置实例。

```
ZXR10_R1(config)#router bgp 100
ZXR10_R1(config-router)#neighbor 182.17.20.1 remote-as 200
ZXR10_R1(config-router)#neighbor 182.17.20.1 route-map MAP1 out
ZXR10_R1(config-router)#neighbor 182.17.20.1 send-med
ZXR10_R1(config)#route-map MAP1 permit 10
ZXR10_R1(config-route-map)#match ip address 1
ZXR10_R1(config-route-map)#set metric 5
ZXR10_R1(config)#access-list 1 permit 172.3.0.0 0.0.255.255
```

上例中定义了一个路由图 MAP1，该路由图将允许通告网络 172.3.0.0 给自治系统 200，并将其 MED 值设置为 5。在使用路由图进行过滤操作时，通常配合 **match** 命令和 **set** 命令使用，**match** 命令定义了匹配的标准，**set** 命令定义了满足 **match** 匹配条件时执行的动作。

15.2.6 通过 NLRI 过滤路由

为了限制路由器获得或通告选路信息，可以对送往或来自某个特定相邻设备的路由更新进行过滤。过滤器包括一个用于送往或来自一个相邻体的更新列表。

如 图 15.2-5所示，R1 与R2 互为IBGP对等体，R1 与R3 互为EBGP对等体，R2 与R4 互为EBGP对等体。

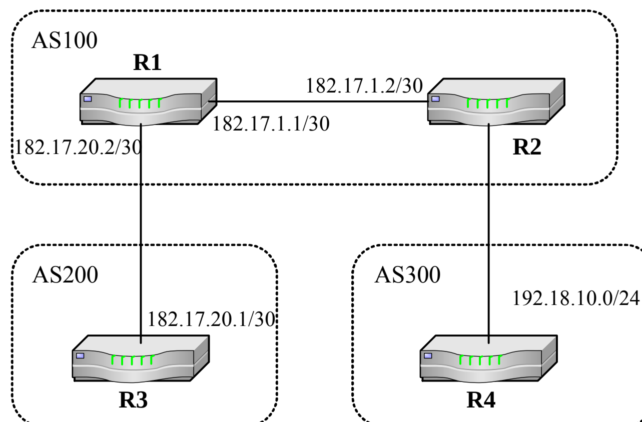


图15.2-5　通过 NLRI 过滤路由

为了避免 AS100 充当过渡自治系统的角色，将来自 AS300 的网络 192.18.10.0/24 通告给 AS200，对 R1 配置过滤功能。配置如下：

```
ZXR10_R1(config)#router bgp 100
ZXR10_R1(config-router)#no synchronization
ZXR10_R1(config-router)#neighbor 182.17.1.2  remote-as 100
ZXR10_R1(config-router)#neighbor 182.17.20.1  remote-as 200
ZXR10_R1(config-router)#neighbor 182.17.20.1  route-map MAP1 out
ZXR10_R1(config)#route-map MAP1 permit 10
ZXR10_R1(config-route-map)#match ip address 1
ZXR10_R1(config)#ip access-list standard 1
ZXR10_R1(config-std-acl)#deny 192.18.10.0 0.0.0.255
ZXR10_R1(config-std-acl)#permit 0.0.0.0 255.255.255.255
```

该例中，使用了 **route-map** 命令和访问列表命令 **access-list**，防止了 R1 把前缀 192.18.10.0/24 传播给 AS200。

15.2.7 通过 AS_PATH 过滤路由

当一个或多个 AS 中的所有路由都需要过滤时，通常使用基于 AS 路径信息的路由过滤方式。它可以避免基于前缀过滤造成的复杂性。

通过 **ip as-path access-list** 命令，可以基于 AS 路径属性值给输入及输出更新规定一个访问列表。

对于 图 15.2-5，也可以使用基于AS路径的路由过滤方法，使得R1 不会将来自AS300 的网络 192.18.10.0/24 通告给AS200。配置如下：

```
ZXR10_R1(config)#router bgp 100
ZXR10_R1(config-router)#no synchronization
```

```
ZXR10_R1(config-router)#neighbor 182.17.1.2  remote-as 100
ZXR10_R1(config-router)#neighbor 182.17.20.1  remote-as 200
ZXR10_R1(config-router)#neighbor 182.17.20.1  route-map MAP1 out
ZXR10_R1(config)#route-map MAP1 permit 10
ZXR10_R1(config-route-map)#match as-path 1
ZXR10_R1(config)#ip as-path access-list 1 permit ^$
```

在以上配置中，通过 AS 路径访问列表操作，使得 R1 只会将始发于 AS100 的网络通告给 AS200，从而达到了过滤网络 192.18.10.0/24 的目的。

15.2.8 显示某个团体属性的路由

BGP 可通过团体属性过滤掉所要显示的 bgp 路由。

通过 **show ip bgp route community-list**<1-499>可以显示相应团体属性的 bgp 路由。

```
ZXR10_R1(config)#ip community-list 499 permit 200:1
ZXR10_R1(config)#show ip bgp route community-list 499
```

15.2.9 显示某个 as-path 路由的命令

BGP 可通过 as-path 过滤所要显示的 bgp 路由。

通过 **show ip bgp route regexp**<number>可以显示相应的 as-path 属性的 bgp 路由。下例中，show 命令只会显示出起始并终止与 AS200 内的路由。

```
ZXR10_R1(config)#show ip bgp route regexp 200
```

15.2.10 限制邻居所接受的路由通告数

BGP可以限制一个邻居所接受的路由条目数量。如 图 15.2-6所示例子中，R1 限制 R2 通告给它的路由条目数为 10 条，超过 10 条就会丢弃路由；R2 限制R1 通告给它的路由条目数为 20 条，超过 20 条邻居就会断链,并在 1 分钟后重新建立邻居。

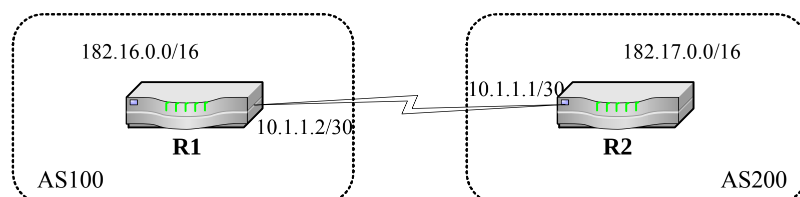


图15.2-6　限制邻居所接受路由条目数

R1 的配置：

```
  ZXR10_R1(config)#router bgp 100
  ZXR10_R1(config-router)#neighbor 10.1.1.1 remote-as 200
  ZXR10_R1(config-router)#neighbor 10.1.1.1 maximum-prefix 10
drop-routes
```

R2 的配置：

```
  ZXR10_R2(config)#router bgp 200
  ZXR10_R2(config-router)#neighbor 10.1.1.2 remote-as 100
  ZXR10_R2(config-router)#neighbor 10.1.1.2 maximum-prefix 20 restart
1
```

当不配置重连时间，R2 对 R1 通告的路由超过 20 条时，只是打印告警信息，不做任何处理。R2 配置：

```
  ZXR10_R2(config)#router bgp 200
  ZXR10_R2(config-router)#neighbor 10.1.1.2 remote-as 100
  ZXR10_R2(config-router)#neighbor 10.1.1.2 maximum-prefix 20
warning-only
```

15.2.11 LOCAL_PREF 属性

Local preference（本地优先权）属性值用于在 AS 内部 IBGP 对等体之间决策路由。

通过 **bgp default local-preference** 命令设置 BGP 通告出去的路由的本地优先权值。

当 AS 内部两台 IBGP 路由器同时从外部学习到同一目的地的路由时，会比较 Local preference 属性值，值大的路由优先。Local preference 属性缺省值为 100。

如 图 15.2-7所示，R3 与R4 同时学习到 170.10.0.0 路由，由于R4 设置的local preference值大于R3，所以AS256 内部到该目的地优先使用R4 出口。

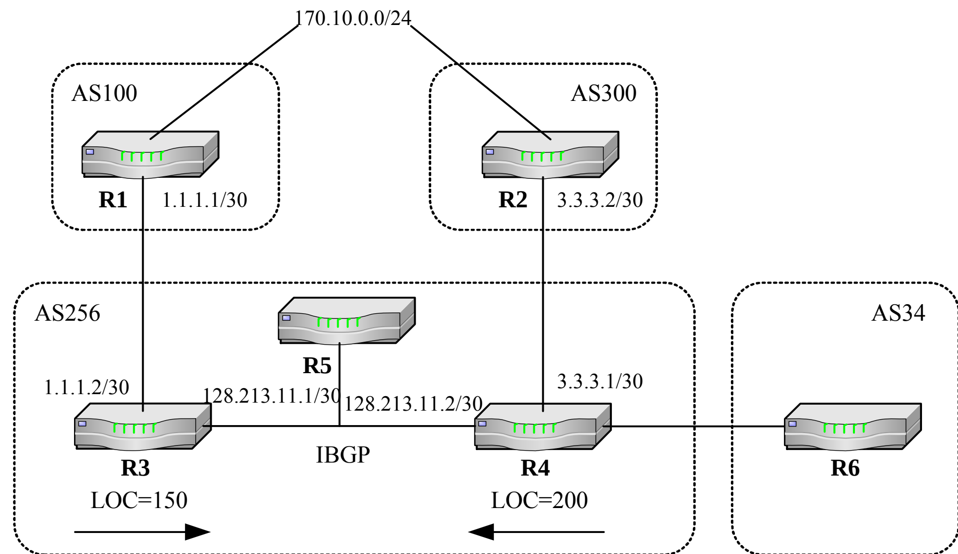


图15.2-7 配置本地参考属性下面使用两种办法对 LOCAL_PREF 属性进行配置。

1. 使用 **bgp default local-preference** 命令进行 LOCAL_PREF 属性设置

R3 的配置：

```
ZXR10_R3(config)#router bgp 256
ZXR10_R3(config-router)#neighbor 1.1.1.1 remote-as 100
ZXR10_R3(config-router)#neighbor 128.213.11.2 remote-as 256
ZXR10_R3(config-router)#bgp default local-preference 150
```

R4 的配置：

```
ZXR10_R4(config)#router bgp 256
ZXR10_R4(config-router)#neighbor 3.3.3.2 remote-as 300
ZXR10_R4(config-router)#neighbor 128.213.11.1 remote-as 256
ZXR10_R4(config-router)#bgp default local-preference 200
```

2. 使用 **route-map** 进行 LOCAL_PREF 属性设置

R4 的配置：

```
ZXR10_R4(config)#router bgp 256
ZXR10_R4(config-router)#neighbor 3.3.3.2 remote-as 300
ZXR10_R4(config-router)#neighbor 3.3.3.2 route-map setlocalin in
ZXR10_R4(config-router)#neighbor 128.213.11.1 remote-as 256
....
ZXR10_R4(config)#ip as-path access-list 7 permit ^300$
...
ZXR10_R4(config)#route-map setlocalin permit 10
ZXR10_R4(config-route-map)#match as-path 7
```

```
ZXR10_R4(config-route-map)#set local-preference 200
ZXR10_R4(config)#route-map setlocalin permit 20
ZXR10_R4(config-route-map)#set local-preference 150
```

15.2.12 MED 属性

metric 属性又称作 MED 属性（Multi_Exit_Discrimination），用于 AS 之间交互以决策路由。

缺省状态下路由器只比较来自同一个 AS 的 BGP 邻居的 metric 值，如果需要使来自不同 AS 的邻居参与比较，需要使用命令 **bgp always-compare-med** 进行强制比较。

metric 值缺省为 0，Metric 值越小越优先。metric 值不转嫁第三方 AS，即当收到一条设置有 metric 值的更新，而这条更新需要传递给第三方 AS 时，将以缺省 metric 值进行传递。如 图 15.2-8所示，R1 同时从 R2，R3，R4 收到 180.10.0.0 的更新。缺省情况下只比较同一AS的邻居R3 与R4 的Metric值，R3 的metric值小于R4，所以对于 180.10.0.0 的更新，R1 将取R3。

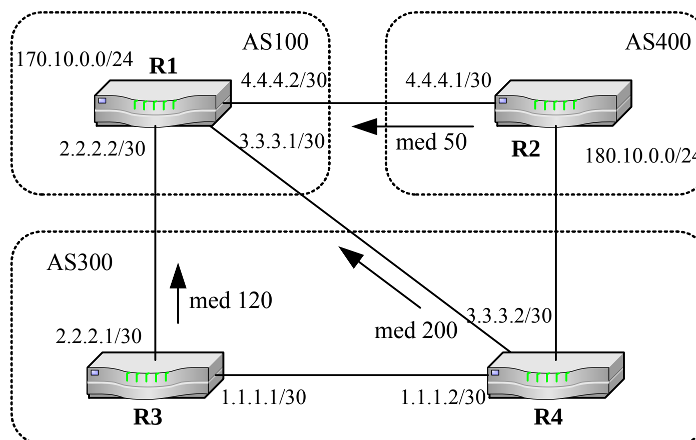


图15.2-8 配置 MED 属性

下面使用 **route-map** 命令对 MED 值进行设置。

R1 的配置：

```
ZXR10_R1(config)#router bgp 100
ZXR10_R1(config-router)#neighbor 2.2.2.1 remote-as 300
ZXR10_R1(config-router)#neighbor 3.3.3.2 remote-as 300
ZXR10_R1(config-router)#neighbor 4.4.4.1 remote-as 400
```

R3 的配置：

```
ZXR10_R3(config)#router bgp 300
ZXR10_R3(config-router)#neighbor 2.2.2.2 remote-as 100
ZXR10_R3(config-router)#neighbor 2.2.2.2 route-map setmetricout out
ZXR10_R3(config-router)#neighbor 1.1.1.2 remote-as 300
ZXR10_R3(config)#route-map setmetricout permit 10
ZXR10_R3(config-route-map)#set metric 120
```

R4 的配置：

```
ZXR10_R4(config)#router bgp 300
ZXR10_R4(config-router)#neighbor 3.3.3.1 remote-as 100
ZXR10_R4(config-router)#neighbor 3.3.3.1 route-map setmetricout out
ZXR10_R4(config-router)#neighbor 1.1.1.1 remote-as 300
ZXR10_R4(config)#route-map setmetricout permit 10
ZXR10_R4(config-route-map)#set metric 200
```

R2 的配置：

```
ZXR10_R2(config)#router bgp 400
ZXR10_R2(config-router)#neighbor 4.4.4.2 remote-as 100
ZXR10_R2(config-router)#neighbor 4.4.4.2 route-map setmetricout out
ZXR10_R2(config)#route-map setmetricout permit 10
ZXR10_R2(config-route-map)#set metric 50
```

下面使用 **bgp always-compare-med** 命令强制 R1 将 R2 的 metric 值参与比较。由于 R2 的 Metric 值小于 R3，所以对于 180.10.0.0 的更新，R1 将选择 R2，而不再是 R3。

R1 的配置：

```
ZXR10_R1(config)#router bgp 100
ZXR10_R1(config-router)#neighbor 2.2.2.1 remote-as 300
ZXR10_R1(config-router)#neighbor 3.3.3.2 remote-as 300
ZXR10_R1(config-router)#neighbor 4.4.4.1 remote-as 400
ZXR10_R1(config-router)#bgp always-compare-med
```

15.2.13 团体串属性

团体串属性为一传递的可选属性，范围为 0~4,294,967,200。可以根据团体属性对一组路由进行决策。

下面是几种已知公认的 community 属性定义：

- no-export：禁止向 EBGP 邻居通告● no-advertise：禁止向任何 BGP 邻居通告

- no-export-subconfed：禁止向联盟外通告带有该属性的路由通常使用 **route-map** 来定义 community 属性，默认状态 community 属性不会发送给邻居，必须配合使用 **neighbor send-community** 命令，在向邻居通告路由时发送 community 属性。下面的配置中 R1 将通知它的邻居，禁止再向别的 EBGP 邻居通告 192.166.1.0/24 的路由。R1 的配置：

```
ZXR10_R1(config)#router bgp 100
ZXR10_R1(config-router)#neighbor 3.3.3.3 remote-as 300
ZXR10_R1(config-router)#neighbor 3.3.3.3 send-community
ZXR10_R1(config-router)#neighbor 3.3.3.3 route-map setcommunity out
ZXR10_R1(config)#route-map setcommunity permit 10
ZXR10_R1(config-route-map)#match ip address 1
ZXR10_R1(config-route-map)#set community no-export
ZXR10_R1(config)#route-map setcommunity permit 20
ZXR10_R1(config)#ip access-list standard 1
ZXR10_R1(config-std-acl)#permit 192.166.1.0 0.0.0.255
```

15.2.14 BGP 同步

如 图 15.2-9所示，AS100 中，R1 与R2 运行IBGP，R5 为非BGP路由器。

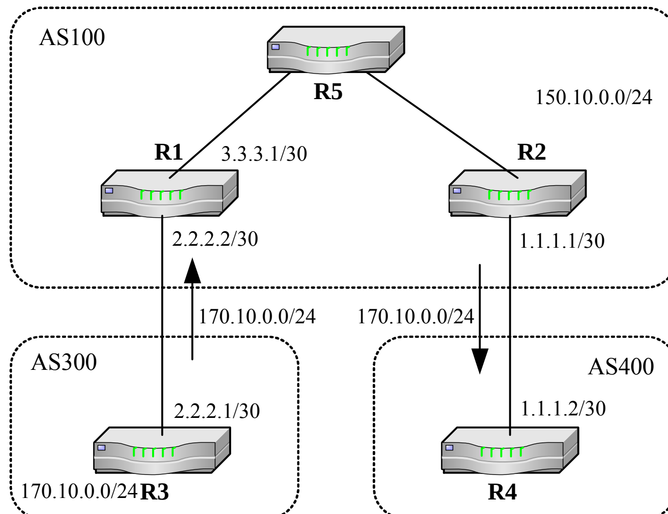


图15.2-9 配置 BGP 同步 R2 通过 IBGP 学习到路由 170.10.0.0，下一跳为 2.2.2.1。从图中可知，R2 要到达 170.10.0.0，实际的下一跳为 R5，而 R5 没有 170.10.0.0 的路由，将扔掉该数据包。此时，如果 R2 告知 R4 自己有到 170.10.0.0 的路由，也会在 R5 中被扔掉。

为使目的地为 170.10.0.0 的数据包能够顺利通过 R5 到达 R3，就必须使 R5 中有到 170.10.0.0 的路由，因此需要使用路由再分配，使 R5 通过 IGP 学习到该路由。R2

在把 BGP 路由通告给 EBGP 邻居前，必须等待 R2 通过 IGP 学习到该路由（通过 R5），这称为路由同步。

通过 **synchronization** 命令使 BGP 和 IGP 之间同步。

ZXR10 T600/T1200 在默认状态下同步功能处于启动状态。

对于过渡 AS 而言，需要将从别的 AS 学习到的路由通告给第三方 AS。AS 内部如果存在非 BGP 路由，需要使用路由同步。在这里 R2 使用路由同步。

当不需要通告 BGP 路由给第三方 AS 或者 AS 内部路由器全部运行了 BGP 协议时，不需要使用路由同步。下面的配置关闭 R2 上的路由同步。

```
ZXR10_R2(config)#router bgp 100
ZXR10_R2(config-router)#network 150.10.0.0
ZXR10_R2(config-router)#neighbor 1.1.1.2 remote-as 400
ZXR10_R2(config-router)#neighbor 3.3.3.1 remote-as 100
ZXR10_R2(config-router)#no synchronization
```

15.2.15 BGP 路由反射器

对于同一个 AS 内部的 BGP 路由器，要求两两之间必须建立邻居关系。这样，随着 IBPG 路由器的增加，邻居数将以 n（n-1）/2 数目递增（n 为 IBGP 路由器的数量）。为了减少维护和配置的工作量，使用了路由反射器和联盟。

对于 AS 内部运行 IBGP 的路由器，选择其中一台作为路由反射器（RR），所有其它 IBGP 路由器作为客户端，只与 RR 建立邻居关系。所有客户端通过 RR 反射路由，这样邻居数就降为 n-1。

通过 **neighbor router-reflector-client** 命令将邻居设置为路由反射器客户对等体

如 图 15.2-10所示，AS100 中有两个路由反射器：R3 和R4。其中R4 的客户端为 R5 和R6，R3 的客户端为R1 和R2。

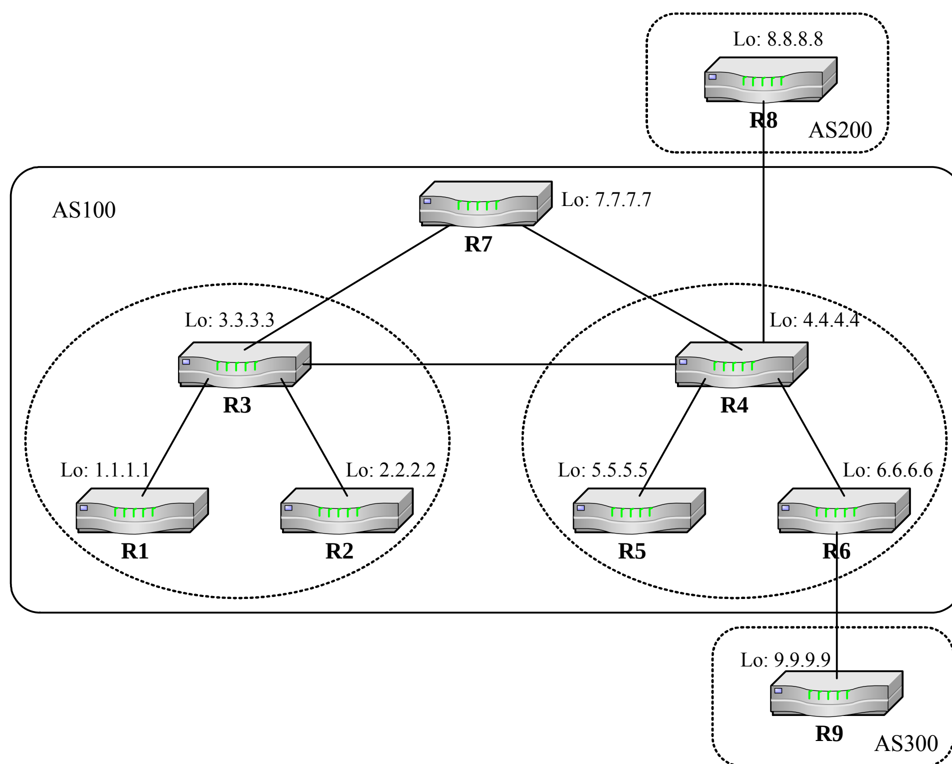


图15.2-10　配置 BGP 路由反射器

R3 的配置：

```
ZXR10_R3(config)#router bgp 100
ZXR10_R3(config-router)#neighbor 2.2.2.2 remote-as 100
ZXR10_R3(config-router)#neighbor 2.2.2.2 route-reflector-client
ZXR10_R3(config-router)#neighbor 1.1.1.1 remote-as 100
ZXR10_R3(config-router)#neighbor 1.1.1.1 route-reflector-client
ZXR10_R3(config-router)#neighbor 7.7.7.7 remote-as 100
ZXR10_R3(config-router)#neighbor 4.4.4.4 remote-as 100
```

R2 的配置：

```
ZXR10_R2(config)#router bgp 100
ZXR10_R2(config-router)#neighbor 3.3.3.3 remote-as 100
```

当一条路由被 RR 接收后，它将根据不同的对等体类型进行反射：

1. 如果路由来自非客户端对等体，则反射给所有的客户端对等体；
2. 如果路由来自客户端对等体，则反射给所有的非客户端及客户端对等体；
3. 如果路由来自 EBGP 对等体，则反射给所有的非客户端及客户端对等体。

当一个 AS 内部存在多个 RR 时，可以把一个 AS 内部的多个 RR 划归为一个簇（cluster）。一个 AS 内部可以有多个 cluster，一个 cluster 至少包含多于一个 RR。

15.2.16 BGP 联盟

路由联盟（confederation）的作用与路由反射器相同，目的是为了减少同一 AS 内部建立 IBGP 邻居的连接数量。路由联盟是将一个 AS 划分为多个子 AS，AS 内部的多个 IBGP 路由器分属各子 AS，子 AS 内部建立 IBGP，子 AS 之间建立 EBGP。子 AS 号称为联盟号，对于 AS 外部而言，子 AS 不可见。

1. 设置联盟 ID

   bgp confederation identifier

2. 设置联盟对等端 AS 号

   bgp confederation peers

下面通过实例说明路由联盟的应用。

如 图 15.2-11所示，AS200 中有 5 个BGP路由器，将其划分成两个子AS，一个定义为AS65010，包含路由器R3，R5，R6；另一个定义为AS65020，包含路由器R4，R7。

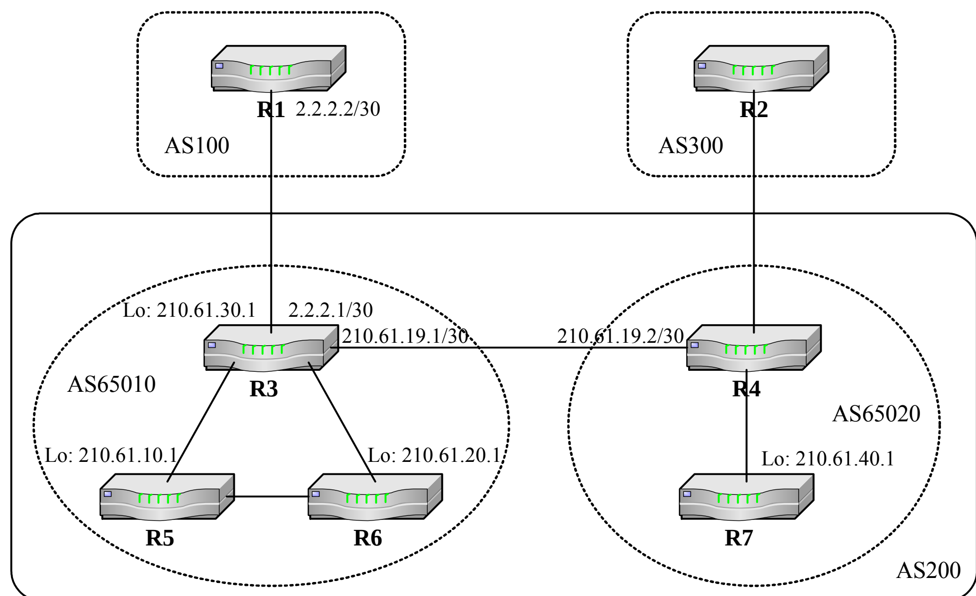


图15.2-11　配置 BGP 联盟

R3 的配置：

```
ZXR10_R3(config)#router bgp 65010
ZXR10_R3(config-router)#bgp confederation identifier 200
ZXR10_R3(config-router)#bgp confederation peers 65020
ZXR10_R3(config-router)#neighbor 210.61.10.1 remote-as 65010
ZXR10_R3(config-router)#neighbor 210.61.20.1 remote-as 65010
ZXR10_R3(config-router)#neighbor 210.61.19.2 remote-as 65020
ZXR10_R3(config-router)#neighbor 2.2.2.2 remote-as 100
```

R5 的配置：

```
ZXR10_R5(config)#router bgp 65010
ZXR10_R5(config-router)#bgp confederation identifier 200
ZXR10_R5(config-router)#neighbor 210.61.30.1 remote-as 65010
ZXR10_R5(config-router)#neighbor 210.61.20.1 remote-as 65010
```

建立邻居关系时，R3 与联盟对等体之间建立的 EBGP 邻居关系，联盟内建立 IBGP 邻居关系，与 AS100 之间也建立 EBGP 邻居关系。对 AS100 而言并不知道联盟的存在，因此 AS100 中路由器 R1 仍以 AS200 与 R3 建立邻居。

R1 的配置：

```
ZXR10_R1(config)#router bgp 100
ZXR10_R1(config-router)#neighbor 2.2.2.1 remote-as 200
```

15.2.17 BGP 路由抑制

BGP 提供了一种路由抑制（Route dampening）机制来减少由于路由波动（flap）造成的不稳定性。

路由每波动一次赋予一个惩罚值（penalty）1000， 当 penalty 达到一个抑制线（suppress-limit）时，该路由被抑制通告。每过一个半衰期（half-life-time），penalty 将几何递减，当降到再次使用线（reuse-limit）时，路由通告抑制被取消。

通过 **bgp dampening** 命令使 BGP 路由阻尼有效或修改各种 BGP 路由阻尼因素。

- 半衰期（half-life-time）：范围 1~45min，缺省 15min
- 再次使用值（reuse-value）：范围 1~20000，缺省 750
- 抑制门限（suppress-value）：范围 1~20000，缺省 2000
- 最大抑制时间（max-suppress-time）：范围 1~255，缺省 4 倍的 half-life-time

在路由器中启动抑制功能：

```
ZXR10(config)#router bgp 100
```

```
ZXR10(config-router)#bgp dampening
ZXR10(config-router)#network 203.250.15.0 255.255.255.0
ZXR10(config-router)#neighbor 192.208.10.5 remote-as 300
```

15.3 BGP 的维护与诊断

当遇到 BGP 路由问题时，可以通过相关的调试命令来帮助定位故障，排除错误。其中用的最多的是 **show** 命令，通过 **show** 命令可以查看当前 BGP 邻居状态，路由器学习到的 BGP 路由信息等。

- 显示 BGP 协议模块的配置信息

  show ip bgp protocol

- 查看 BGP 邻接关系，显示当前邻居状态

  show ip bgp neighbor

- 显示 BGP 路由选择表中的条目

  show ip bgp route

- 显示所有 BGP 邻居连接的状态

  show ip bgp summary

除 **show** 命令外，还可以使用 **debug** 命令观察 BGP 邻接建立过程、路由更新过程等。

- 跟踪显示 BGP 发出的 notification 报文，并列出错误号和子错误号

  debug ip bgp in

- 跟踪显示 BGP 发出的 notification 报文，并列出错误号和子错误号

  debug ip bgp out

- 跟踪显示 BGP 连接的状态机迁移

  debug ip bgp events

下例为使用 **debug ip bgp events** 命令跟踪 BGP 的状态迁移过程：

```
ZXR10#debug ip bgp events
BGP events debugging is on
ZXR10#
04:10:07: BGP: 192.168.1.2 reset due to Erroneous BGP Open received
04:10:07: BGP: 192.168.1.2 went from Connect to Idle
```

```
04:10:08: BGP: 192.168.1.2 went from Idle to Connect
04:10:13: BGP: 192.168.1.2 went from Connect to OpenSent
04:10:13: BGP: 192.168.1.2 went from OpenSent to OpenConfirm
04:10:13: BGP: 192.168.1.2 went from OpenConfirm to Established
ZXR10#
```

15.4 BGP 配置实例

下面是一个 BGP 综合实例，其中涉及到路由聚合、静态路由的再分配等 BGP 功能的实际应用。

如图15.4-1所示，R4和R1建立EBGP，R1和R2建立IBGP，R2和R5建立多跳EBGP。其中，假设R4中存在图中右上角标注的四条静态路由。

在 R4 的配置中，仅聚合通告 192.16.0.0/16 网段，并且通过路由图禁止通过 BGP 对外通告 170.16.10.0/24 网段。R2 与 R5 之间通过 R3 建立 EBGP 多跳关系，此时在配置 BGP 之前需要保证该两台路由器建立邻居的地址能够互通。

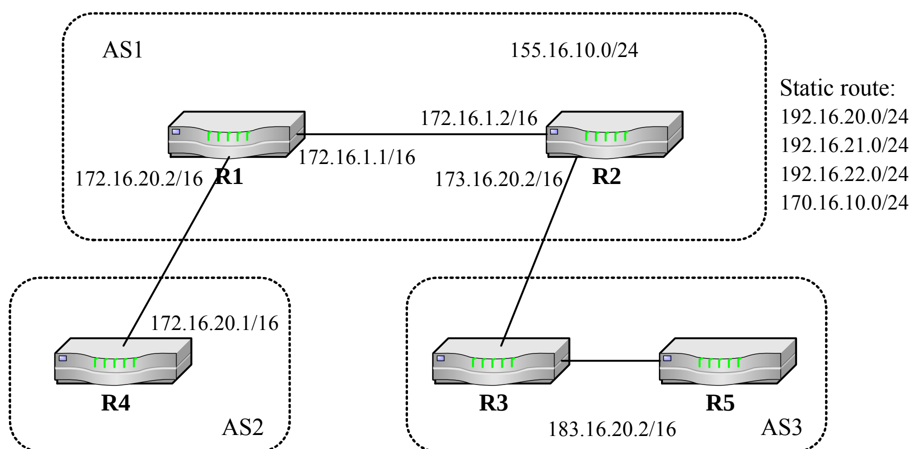


图15.4-1 BGP 配置实例

R4 的配置：

```
  ZXR10_R4(config)#router bgp 2
  ZXR10_R4(config-router)#redistribute static
  ZXR10_R4(config-router)#neighbor 172.16.20.2 remote-as 1
  ZXR10_R4(config-router)#aggregate-address 192.16.0.0 255.255.0.0
count 0 as-set summary-only
  ZXR10_R4(config-router)#neighbor 172.16.20.2 route-map torouter1
out
  ZXR10_R4(config-router)#exit
```

```
ZXR10_R4(config)#ip access-list standard 1
ZXR10_R4(config-std-acl)#permit 172.16.10.0 0.0.0.255
ZXR10_R4(config-std-acl)#exit
ZXR10_R4(config)#route-map torouter1 deny 10
ZXR10_R4(config-route-map)#match ip address 1
ZXR10_R4(config)#route-map torouter1 permit 20
```

R1 的配置：

```
ZXR10_R1(config)#router bgp 1
ZXR10_R1(config-router)#no synchronization
ZXR10_R1(config-router)#neighbor 172.16.1.2  remote-as 1
ZXR10_R1(config-router)#neighbor 172.16.1.2  next-hop-self
ZXR10_R1(config-router)#neighbor 172.16.20.1  remote-as 2
```

R2 的配置：

```
ZXR10_R2(config)#ip route 183.16.0.0 255.255.0.0 fei_1/4
ZXR10_R2(config)#router bgp 1
ZXR10_R2(config-router)#neighbor 172.16.1.1 remote-as 1
ZXR10_R2(config-router)#neighbor 172.16.1.1 next-hop-self
ZXR10_R2(config-router)#neighbor 183.16.20.2 remote-as 3
ZXR10_R2(config-router)#neighbor 183.16.20.2 ebgp-multihop ttl 2
ZXR10_R2(config-router)#neighbor 183.16.20.2 route-map torouter5 in
ZXR10_R2(config-router)#exit
ZXR10_R2(config)#ip access-list standard 1
ZXR10_R2(config-std-acl)#permit 155.16.10.0 0.0.0.255
ZXR10_R2(config-std-acl)#exit
ZXR10_R2(config)#route-map torouter5 deny 10
ZXR10_R2(config-route-map)#match ip address 1
ZXR10_R2(config)#route-map torouter5 permit 20
```

R5 的配置：

```
ZXR10_R5(config)#ip route 173.16.0.0 255.255.0.0 gei_1/1
ZXR10_R5(config)#router bgp 3
ZXR10_R5(config-router)#neighbor 173.16.20.2 remote-as 1
ZXR10_R5(config-router)#neighbor 173.16.20.2 ebgp-multihop ttl 2
```

第16章 策略路由配置

摘要

本章介绍了策略路由及在 ZXR10　T600/T1200 上的相关配置。

16.1 策略路由概述

传统上，路由器根据目的地址查找路由表获得下一跳，来进行报文的转发，路由表条目由网络管理者静态指定或由路由协议通过路由算法动态产生。

基于策略的路由比传统路由功能更强，使用更灵活，它使网络管理者不仅能够根据目的地址，而且能够根据报文应用（TCP/UDP 端口号）或源 IP 地址来选择转发路径。

在报文转发控制方面，基于策略的路由比传统路由控制能力更强。策略路由可以在一定程度上实现流量工程，使不同服务质量的流或不同性质的数据（如语音和 FTP）走不同的路径。人们对网络性能的要求越来越高，按业务或用户类别差异来选择不同的数据包转发路径是很有必要的。

在 ZXR10　T600/T1200 上，网络管理者可以用 **match** 和 **set** 语句定义不同的 Route-map，然后将 Route-map 应用在接收报文接口上，实现路径的选择。

每个 Route-map 都有一系列 sequence，每个 sequence 中含有多个 **match** 和 **set** 从句。**match** 从句定义了匹配的条件，当入报文满足该条件时进行策略路由；**set** 从句规定了当 match 条件被满足时将要进行的路由动作。当一个 sequence 中的 match 条件未被满足时，继续尝试匹配下一个 sequence。

对于路由器收到的报文，首先判断入接口是否绑定了策略路由，如果没有绑定，按照正常的根据目的地址查找路由表进行转发；如果绑定了策略路由，则按照 Route-map 的 sequence 依次进行处理，具体过程如下。

1. 首先用报文去匹配第一个 sequence 中配置的 ACL，若匹配失败，则接着匹配下一个 sequence 中配置的 ACL，依次类推；若匹配成功，则判断所属 sequence 的属性。
2. 若 sequence 的属性为 deny，则走正常路由；若 sequence 的属性为 permit，则根据该 sequence 中的 **set** 项进行转发。

3. 判断是否存在有效的 **set ip next-hop** 项（为直连下一跳）。当有多个 **set ip next-hop** 项时，按照设置顺序选择第一个有效的下一跳，若存在，则将报文送往设定的下一跳。

4. 若未设置 **set ip next-hop** 或不存在有效的 **set ip next-hop**，则需要进一步查看是否存在有效的出接口（该接口存在且状态为 UP）。当有多个 **set interface** 项时，按照设置顺序选择第一个有效的出接口，若存在，则报文从该接口直接发出，否则走正常路由。

5. 走正常路由时，若在转发表中查到相应的路由，则按此路由进行报文转发，否则按照策略路由中设定的有效的 **set ip default next-hop** 项（为直连下一跳）进行转发。当有多个 **set ip default next-hop** 项时，按照设置顺序选择第一个有效的默认下一跳。

6. 若未设定 **set ip default next-hop** 或不存在有效的 **set ip default next-hop**，则按照策略路由中设定的有效 **set default interface** 项进行转发。当有多个 **set default interface** 项时，按照设置顺序选择第一个有效的默认出接口。

7. 若未设定 **set default interface** 或不存在有效的 **set default interface**，则按照默认路由转发。

8. 若系统未设置默认路由，则将报文丢弃。

注意：

在 ZXR10 T600/T1200 上，转发数据报文选择路径方式的先后顺序（由高到低）依次为：策略路由、正常路由、默认路由。

16.2 配置策略路由

策略路由的配置主要包括如下内容。

1. 创建用于策略路由的 Route-map，并且进入路由映射配置模式

   route-map <*map-tag*> [**permit**|**deny**] [<*sequence-number*>]

2. 在路由映射配置模式配置 **match** 和 **set** 项

- 对与访问表匹配的包进行策略路由

  match ip address <*access-list-number*> […<*access-list-number*>]

- 当数据包可被策略路由时，把数据包路由到指定的下一跳

  set ip next-hop <*ip-address*> [… <*ip-address*>]

- 当数据包可被策略路由时，把数据包路由到指定接口上

  set interface <*interface-name*> [… **<***interface-name*>]

- 当数据包可被策略路由，但又没有到目的地的明确路由时，把数据包路由到指定的下一跳

  set ip default next-hop <*ip-address*> [… <*ip-address*>]

- 当数据包可被策略路由，但又没有到目的地的明确路由时，把数据包路由到指定接口上

  set ip default next-hop <*ip-address*> [… <*ip-address*>]

  ACL 既可以是标准的又可以是扩展型的。

3. 配置对端口入报文进行基于策略路由的快速转发

   ip policy route-map <*map-tag*>

16.3 策略路由配置实例

当网络中存在多个互联网服务提供商（ISP）出口时，可以在出口路由器上通过策略路由为不同组别的用户选择不同的 ISP 出口，也可以基于服务的种类来选择不同的 ISP 出口。

16.3.1 策略路由配置实例一

如 图 16.3-1所示，路由器通过不同的接口接入两个子网的用户，而且有两个ISP出口可供使用，要求根据用户的IP地址选择不同的出口，IP地址属于 10.10.0.0/24 子网的用户业务使用ISP1 出口，而IP地址属于 11.11.0.0/24 子网的用户业务使用ISP2 出口。

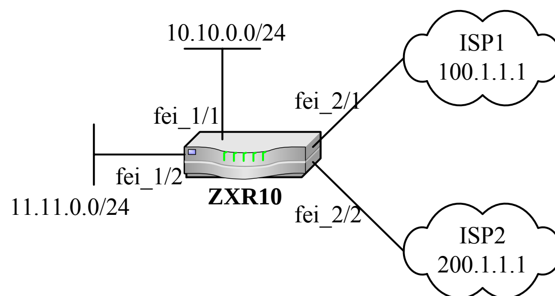


图16.3-1 策略路由配置实例一

ZXR10 的配置：

```
ZXR10(config)#interface fei_1/1
ZXR10(config-if)#description To User1
ZXR10(config-if)#ip address  10.10.0.254 255.255.255.0
ZXR10(config-if)#ip policy route-map source-ip
ZXR10(config-if)#exit

ZXR10(config)#interface fei_1/2
ZXR10(config-if)#description To User1
ZXR10(config-if)#ip address  11.11.0.254 255.255.255.0
ZXR10(config-if)#ip policy route-map source-ip
ZXR10(config-if)#exit

ZXR10(config)#interface fei_2/1
ZXR10(config-if)#description To ISP1
ZXR10(config-if)#ip address 100.1.1.2 255.255.255.252
ZXR10(config-if)#exit

ZXR10(config)#interface fei_2/2
ZXR10(config-if)#description To ISP2
ZXR10(config-if)#ip address  200.1.1.2 255.255.255.252
ZXR10(config-if)#exit

ZXR10(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 100.1.1.1

ZXR10(config)#acl standard number 10
ZXR10(config-std-acl)#rule 1 permit 10.10.0.0 0.0.0.255
ZXR10(config-std-acl)#exit
ZXR10(config)#acl standard number 20
ZXR10(config-std-acl)#rule 1 permit 11.11.0.0 0.0.0.255
ZXR10(config-std-acl)#exit
```

```
ZXR10(config)#route-map source-ip permit 10
/*将与 ACL 10 匹配的报文转发到 100.1.1.1*/

ZXR10(config-route-map)#match ip address 10
ZXR10(config-route-map)#set ip next-hop 100.1.1.1
ZXR10(config-route-map)#exit

ZXR10(config)#route-map source-ip permit 20
/*将与 ACL 20 匹配的报文转发到 200.1.1.1*/

ZXR10(config-route-map)#match ip address 20
ZXR10(config-route-map)#set ip next-hop 200.1.1.1
```

在本案例中，会出现以下三种情况：

1. 当 ISP1 和 ISP2 出口均正常时，10.10.0.0/24 和 11.11.0.0/24 子网的用户业务分别走 ISP1、ISP2 出口；
2. 当 ISP1 正常、ISP2 出口异常时，两个子网的用户业务都走 ISP1 出口，此时 11.11.0.0/24 子网的用户业务利用的是默认路由；
3. 当 ISP1 异常、ISP2 出口正常时，11.11.0.0/24 子网的用户业务正常，而 10.10.0.0/24 子网的用户业务中断。

16.3.2 策略路由配置实例二

如 图 16.3-2所示，当不同子网的用户通过路由器的同一个接口接入时，策略路由器的配置要做相应的变化。

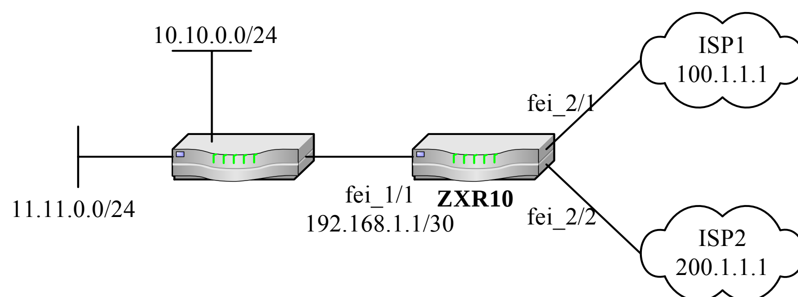


图16.3-2 策略路由配置实例二

ZXR10 的配置：

```
ZXR10(config)#interface fei_1/1
ZXR10(config-if)#description To User
```

```
ZXR10(config-if)#ip address  192.168.1.1 255.255.255.252
ZXR10(config-if)#ip policy route-map source-ip
ZXR10(config-if)#exit

ZXR10(config)#interface fei_2/1
ZXR10(config-if)#description To ISP1
ZXR10(config-if)#ip address  100.1.1.2 255.255.255.252
ZXR10(config-if)#exit

ZXR10(config)#interface fei_2/2
ZXR10(config-if)#description To ISP2
ZXR10(config-if)#ip address  200.1.1.2 255.255.255.252
ZXR10(config-if)#exit

ZXR10(config)#ip route 10.10.0.0 255.255.255.0 192.168.1.2
ZXR10(config)#ip route 11.11.0.0 255.255.255.0 192.168.1.2

ZXR10(config)#acl standard number 10
ZXR10(config-std-acl)#rule 1 permit 10.10.0.0 0.0.0.255
ZXR10(config-std-acl)#exit
ZXR10(config)#acl standard number 20
ZXR10(config-std-acl)#rule 1 permit 11.11.0.0 0.0.0.255
ZXR10(config-std-acl)#exit

ZXR10(config)#route-map source-ip permit 10
/*将与 ACL 10 匹配的报文转发到 100.1.1.1，200.1.1.1 作为备用出口*/

ZXR10(config-route-map)#match ip address 10
ZXR10(config-route-map)#set ip next-hop 100.1.1.1 200.1.1.1
ZXR10(config-route-map)#exit

ZXR10(config)#route-map source-ip permit 20
/*将与 ACL 20 匹配的报文转发到 200.1.1.1，100.1.1.1 作为备用出口*/

ZXR10(config-route-map)#match ip address 20
ZXR10(config-route-map)#set ip next-hop 200.1.1.1 100.1.1.1
```

本例中，两个 ISP 出口互为备用，会出现以下两种情况：

1. 当 ISP1 和 ISP2 出口均正常时，10.10.0.0/24 和 11.11.0.0/24 子网的用户业务分别走 ISP1、ISP2 出口；

2. 当其中一个出口故障时，相应子网的用户业务将走备用出口。所以只要两个出口不同时出现异常，业务将不会中断。

第17章 MPLS 配置

摘要

本章介绍了 MPLS 技术及在 ZXR10 T600/T1200 上的相关配置。

17.1 MPLS 概述

多协议标记交换（Multi-Protocol Label Switching，MPLS）是一种多层交换技术，它把第二层交换技术和第三层路由技术结合起来，使用标记作为聚集转发信息的方式。它运行在路由层次结构之下，支持多种上层协议，能在多种物理平台上实现。

标记交换可以形象地比喻成信件的邮政编码，邮政编码以某种方式对信件的目的地址和某些特殊需求（如 QoS、CoS、管理信息等）进行编码，以便更快速、更有效地对信件作处理，从而加速了信件到达目的地的选路过程。标记交换的基本概念是标记的分配，即将标记和网络层路由进行捆绑。

MPLS 基本的路由方式是逐跳路由，允许比数据包更简单的转发机制，可以实现更高速的路由。由于在多种类型媒介（如分组、信元和帧等媒介）上使用标记分配的通用方法和通用路由协议，MPLS 支持高效的、可用于各种目的的明确路由（如 QoS 路由）和通用的流量工程方法，以及其他操作方法。

LDP（标记分布协议）是 MPLS 的核心协议，它与标准的网络层路由协议相结合，采用面向无连接的工作方式，在 MPLS 网络的各设备间分发标记信息。

MPLS 还可以采用进行资源预定但不明确地建立连接的工作方式，即使用协议 RSVP 和 RSVP-LSP-TUNNEL，主要服务于流量工程。

另外，LDP 的扩充协议 CRLDP（Constrained-based Routing LDP，基于有限路由的标记分布协议）执行部分路径明确的路由。

LDP 以 IP 前缀划分转发等价类（FEC）。在 MPLS 网络中，内部网关协议被用于发现 IP 前缀信息。当标签交换路由器（LSR）发现这种信息后，给 FEC 分配一个标签，并将标签通告给所有的上游 LDP 邻居。

LDP 逐跳动态标签分发的结果是生成一系列标签路径（labeled path），称为标签转发路径（LSP）。沿着这些 LSP，标签流量（label traffic）可以穿过 MPLS 骨干到达指定目的地。

这一能力使得服务提供商可以部署基于 MPLS 的 IP VPN，以及跨越多代理 MPLS 网络提供 IP＋ATM 业务。

IP 数据包通过 MPLS 主干的传播过程如下：

1. 入口边界 LSR 接收数据包，将数据包归为一个转发等价类（FEC），并使用该 FEC 对应的出站标签来标志该数据包。对于基于目的地址的单播 IP 路由，FEC 对应于一个目标子网。
2. 主干 LSR 接收到被标志的数据包，查找标签转发表，使用新的出站标签代替输入数据包中的标签。
3. 出口边界 LSR 接收到该标签数据包，它删除标签，对 IP 数据包执行传统的第三层查找。

17.1.1 MPLS 工作原理

MPLS 是基于标记的 IP 路由选择方法。这些标记可以被用来代表逐跳式或者显式路由，并指明服务质量（QoS）、虚拟专网以及特定类型流量（或特殊用户流量）在网络上的传输方式等各类信息。

MPLS 采用简化了的技术，来完成第三层和第二层的转换。它可以为每个 IP 数据包提供一个标记，与 IP 数据包一起封装到新的 MPLS 数据包，由此决定 IP 数据包的传输路径以及优先顺序。

MPLS 路由器会在将 IP 数据包按相应路径转发之前读取该 MPLS 数据包的包头标记，而不会去读取每个 IP 数据包中的 IP 地址位等信息，因此数据包的交换转发速度大大加快。

MPLS 可以使用各种第二层协议。MPLS 工作组到目前为止已经把在帧中继、ATM、PPP 链路以及 IEEE802．3 局域网上使用的标记实现了标准化。MPLS 在帧中继和 ATM 上运行的一个好处是它为这些面向连接的技术带来了 IP 的任意连通性。

目前 MPLS 的主要发展方向是在 ATM 方面。这主要是因为 ATM 具有很强的流量管理功能，能提供 QoS 方面的服务，ATM 和 MPLS 技术的结合能充分发挥在流量管理和 QoS 方面的作用。

标记是用于转发数据包的报头，报头的格式则取决于网络特性。在路由器网络中，标记是单独的 32 位报头；在 ATM 中，标记置于虚电路标识符／虚通道标识符（VCI／VPI）信元报头中。对于 MPLS 可扩展性非常关键的一点是标记只在相互通信的两个设备之间有意义。

IP 包进入网络核心时，边界路由器给它分配一个标记。自此，MPLS 设备就会自始至终查看这些标记信息，将这些有标记的包交换至目的地。由于路由处理减少，网络的等待时间也就随之缩短，而可伸缩性却有所增加。

MPLS 数据包的服务质量类型可以由 MPLS 边界路由器根据 IP 包的各种参数来确定，如 IP 的源地址、目的地址、端口号、TOS 值等参数。

对于到达同一目的地的 IP 包，可根据其 TOS 值的要求来建立不同的转发路径，以达到其对传输质量的要求。同时，通过对特殊路由的管理，还能有效地解决网络中的负载均衡和拥塞问题。

当网络出现拥塞时，MPLS 可实时建立新的转发路由来分散流量以缓解网络拥塞。

17.1.2 MPLS 标签头

MPLS 标签被插入到第二层报头和第三层数据包之间，因此 MPLS 标签头也叫做垫片头（shim header）。MPLS 标签头长度为 4 个字节，包含 20bit 的标签，3bit 的实验位，1bit 的栈底标志，8bit 的存活时间（TTL）。

发送 MPLS 数据包的路由器必须使用某种方法告知接收数据包的路由器，被传输的数据包不是一个纯粹的 IP 数据包，而是一个 MPLS 数据报。

对于以太网数据包，使用以太类型 8847 和 8848（十六进制）来标识 MPLS 数据包；对于 PPP 数据包，协议字段设置为 8281（十六进制）来标识 MPLS 数据包。

17.1.3 MPLS LDP

LDP 标签绑定就是目的前缀和一个标签之间的关联关系，用于标签绑定的标签是从一个称为标签空间的标签集合中锁定的。

LDP 支持两类标签空间：

- 每接口的标签空间：每接口的标签空间使用接口的标签资源，如 LC-ATM 接口使用 VPI/VCI 作标签，LDP 实例根据配置可以不支持、支持一个或多个接口标签空间；
- 每平台的标签空间：LDP 实例支持一个平台范围的由所有接口共享的标签空间，ZXR10 T600/T1200 在除 LC-ATM 接口外所有其它接口上都使用每平台的标签空间。

LDP 使用六个字节命名标签空间，称之为 LDP 标识（LDP Id）。由两个部分组成，前四个字节是拥有该标签空间的路由器的路由器标识（router id），后两个字节是 LSR 内部的标签空间标识，对于每平台的标签空间，后两位总是 0。

ZXR10　T600/T1200 上 LDP 的路由器标识（router id）的选举规则如下：

1. 如果由 **mpls ldp router-id** 命令指定了使用某个接口的地址作为路由器标识，且该接口有 IP 地址，并处于 UP 状态，则用该接口作为路由器标识；
2. 否则，如果有配置了 IP 地址的 loopback 接口，则用所有 loopback 接口的 IP 地址中最大的 IP 地址作为路由器标识；
3. 再则，选取所有配置了 IP 地址，并处于 UP 状态的接口的 IP 地址中最大的 IP 地址作为路由器标识。

LSR 周期性地发送 LDP hello 消息，表明它希望通告标签绑定，以发现 LDP 对等体。Hello 消息中携带有 LSR 想要通告的标签空间的 LDP Id。LDP 使用 UDP 作为传输协议发送 hello 消息，端口号 646。

当 LSR 收到另一个 LSR 的 Hello 消息，它就认为发现了一个 LSR 及其特定的标签空间。两个 LSR 相互发现后，就开始建立 LDP 会话。

LDP 定义了两类发现机制，目前 ZXR10　T600/T1200 支持基本发现机制，用于发现直连的对等体。基本发现机制中 hello 消息在所有配置了 LDP 的接口上以“子网上所有路由器”组播地址作为目的地址发送。

LSR 之间建立 LDP 会话的步骤如下：

1. 打开一个用来分发标签的 TCP 连接

   在 ZXR10　T600/T1200 上，默认使用 LDP 的路由器 ID 作为 TCP 连接的传输地址，也可以在接口配置模式下用 **mpls ldp discovery transport-address** 命令指定一个 IP 地址或使用发送 hello 消息的源 IP 地址作为 TCP 连接的传输地址。



说明：

要建立 TCP 连接，LSR 必须有到达另一个 LSR 的 TCP 传输地址的路由。

2. 协商 LDP 会话参数

   需要协商的参数包括标签分发模式（下游独立/下游按需）及其它参数。

建立 LDP 会后后，LDP 就可以开始标签分发了。

17.2 配置 MPLS

MPLS 的配置主要包括如下内容。

1. 使能 LDP 沿着普通的逐跳路由路径建立 LSP

   mpls ip（全局配置）

   本命令的 no 格式禁止 LDP 沿着普通的逐跳路由路径建立 LSP，而不管接口上是否使能了 LDP，但不影响沿着 LSP 进行标签包转发。

2. 在接口上使能 LDP 标签交换

   mpls ip（接口配置）

   在需要执行标签转发的接口上配置 **mpls ip** 命令，LSR 就开始在接口上周期地发送 hello 消息，当从该接口得到到达某目的网段的出标签后，到目的网段去的包将被打上该出标签并从该接口转发。

3. 配置 hello 消息中携带的传输地址参数

   mpls ldp discovery transport-address {**interface**|<*ip-address*>}

   缺省情况下，ZXR10 T600/T1200 在帧模式接口上将路由器 ID 作为传输地址在 hello 消息中通告，上述命令在接口模式下可以改变路由器在某个接口上的缺省行为。

4. 指定某个接口的 IP 地址作 LDP 的路由器 ID

   mpls ldp router-id <*interface-name*> [**force**]

5. 控制 LDP 可以为哪些目的网段创建 FEC 项，即 FEC 过滤策略

   mpls ldp access-fec {**for** <*prefix-access-list*>|**host-route-only**}

6. 控制本地分配的标签（入标签）通过 LDP 向上游分发

   mpls ldp advertise-labels [**for** <*prefix-access-list*> [**to** <*peer-access-list*>]]

7. 配置 LDP hello 发现消息发送间隔和发现的 LDP 邻居超时的时间

   mpls ldp discovery hello {**holdtime** <*holdtime*>|**interval** <*interval*>}

8. 配置 LDP 邻居

   mpls ldp target-session <*ip-address*>

9. FEC 即时生效策略

   mpls ldp access-fec force

mpls ldp access-fec for <prefix-access-list>配置条件下，修改 acl 策略后。无需重建 ldp 会话，通过配置命令 **mpls ldp access-fec force** 即可生效。

10. 为 BGP 路由分配标签

mpls ldp access-fec bgp

默认情况下 ldp 不为 bgp 路由分配标签，mpls ldp access-fec bgp 命令显式为 bgp 路由分配标签。

17.3 MPLS 的维护与诊断

ZXR10　T600/T1200 提供了一些察看 MPLS 工作状态的命令，常见的维护命令如下。

- 查看启动了 MPLS 的接口

  show mpls interface

  查看 R2 上启动了 MPLS 的接口，Yes 表示正常启动：

```
ZXR10_R2#show mpls interface
interface of LDP:
Interface           IP       Tunnel Operational
fei_1/5            Yes(ldp)   No     Yes
fei_1/6            Yes(ldp)   No     Yes
```

- 查看 MPLS LDP 参数，主要是 LDP 定时器参数

  show mpls ldp parameters

  查看 R2 上的 LDP 参数信息：

```
ZXR10_R2#show mpls ldp parameters
Protocol version: 1
Downstream label pool: min label: 16; max label: 1048575
Session hold time: 180 sec; keep alive interval: 60 sec
Discovery hello: holdtime: 15 sec; interval: 5 sec
Downstream on Demand max hop count: 255
LDP initial/maximum backoff: 15/120 sec
LDP loop detection: off
```

- 查看 LDP 发现信息

  show mpls ldp discovery

  查看 R2 上的 LDP 详细发现信息：

```
ZXR10_R2#show mpls ldp discovery detail
Local LDP Identifier:
    10.10.2.2:0
Discovery Sources:
    Interfaces:
        fei_1/5 (ldp): xmit/recv
            LDP Id: 10.10.1.1:0
                Src IP addr: 10.10.12.1; Transport IP addr: 10.10.12.1
        fei_1/6 (ldp): xmit/recv
            LDP Id: 10.10.3.3:0
                Src IP addr: 10.10.23.3; Transport IP addr: 10.10.3.3
```

该命令可以看到各个接口上发现的 LDP 邻居用来建立 TCP 连接的 IP 地址（Transport IP address）。为了使 LDP 会话能建立，路由器必须有到该地址的可达路由，即能 ping 通地址。“xmit/recv”表示接口上在发送/接收 hello 报文，缺一不可。

- 查看 LDP 会话信息

show mpls ldp neighbor

查看 R2 上的 LDP 会话信息，LSR 之间必须建立 LDP 会话后才能分发标签：

```
ZXR10_R2#show mpls ldp neighbor detail
Peer LDP Ident: 10.10.1.1:0; Local LDP Ident 10.10.2.2:0
        TCP connection: 10.10.12.1.1025 - 10.10.2.2.646
        state: Oper; Msgs sent/rcvd: 240/240; Downstream
        Up Time: 03:52:25
        LDP discovery sources:
          fei_1/5; Src IP addr: 10.10.12.1
            holdtime: 15000 ms, hello interval: 5000 ms
        Addresses bound to peer LDP Ident:
          10.10.12.1  10.10.1.1
        Peer holdtime: 180000 ms; KA interval: 60000 ms
ZXR10_R2#
```

以上信息表明 LDP 之间建立了正常的 TCP 连接，有 TCP 连接的源、目的 IP 地址和端口号，状态为“operation”。如果没有建立正常的 LDP 会话，显示如下：

```
ZXR10_R2#show mpls ldp neighbor
Peer LDP Ident: 10.10.1.1:0; Local LDP Ident 10.10.2.2:0
        No TCP connection
        state: Non; Msgs sent/rcvd: 0/0; Downstream
```

```
        Up Time: 00:00:45
        LDP discovery sources:
          fei_1/5; Src IP addr: 10.10.12.1
        Addresses bound to peer LDP Ident:
```

- LDP 会话正常建立以后，查看学习到的 LDP 的标签绑定情况

show mpls ldp bindings

查看 R2 上学习到的 LDP 标签绑定：

```
ZXR10_R2#show mpls ldp bindings
 10.10.1.1/255.255.255.255
       local binding:  label: 17
       remote binding: lsr: 10.10.3.3:0, label: 18
       remote binding: lsr: 10.10.1.1:0, label: imp-null(inuse)
 10.10.2.2/255.255.255.255
       local binding:  label: imp-null
       remote binding: lsr: 10.10.3.3:0, label: 17
       remote binding: lsr: 10.10.1.1:0, label: 18
 10.10.3.3/255.255.255.255
       local binding:  label: 16
       remote binding: lsr: 10.10.3.3:0, label: imp-null(inuse)
       remote binding: lsr: 10.10.1.1:0, label: 17
 10.10.12.0/255.255.255.0
       local binding:  label: imp-null
       remote binding: lsr: 10.10.3.3:0, label: 16
       remote binding: lsr: 10.10.1.1:0, label: imp-null
 10.10.23.0/255.255.255.0
       local binding:  label: imp-null
       remote binding: lsr: 10.10.3.3:0, label: imp-null
       remote binding: lsr: 10.10.1.1:0, label: 16:
```

这里“local binding”指本地标签分配，并向上游 LSR 通告；“remote binding”指下游 LSR 通告过来的标签情况，其中对于本地网段，标签分配为“imp-null”，接收者执行次末节弹出标签。

同上述命令类似的有：

```
ZXR10_R1#show mpls forwarding-table
Mpls Ldp Forwarding-table:
InLabel    OutLabel  Dest        Pfxlen  Interface        NextHop
18            Pop  tag      10.10.2.2         32          fei_1/1
10.10.12.2
```

```
  17              16             10.10.3.3         32          fei_1/1
10.10.12.2
  16             Pop  tag      10.10.23.0        24          fei_1/1
10.10.12.2

  ZXR10_R2#show mpls forwarding-table
  Mpls Ldp Forwarding-table:
  InLabel      OutLabel     Dest                  Pfxlen    Interface
NextHop
  17             Pop  tag      10.10.1.1          32          fei_1/5
10.10.12.1
  16             Pop  tag      10.10.3.3          32          fei_1/6
10.10.23.3

  ZXR10_R3#show mpls forwarding-table
  Mpls Ldp Forwarding-table:
  InLabel      OutLabel     Dest                  Pfxlen    Interface
NextHop
  18              17             10.10.1.1         32          fei_3/1
10.10.23.2
  17             Pop  tag      10.10.2.2          32          fei_3/1
10.10.23.2
  16             Pop  tag      10.10.12.0        24          fei_3/1
10.10.23.2
```

这里“InLabel”指本地绑定的标签，“OutLabel”指从下游 LSR 学习到的标签，如果下游 LSR 通告的是“imp-null”标签，则执行“Pop tag”弹出动作。

对于复杂故障的处理，有时需要用到 **debug** 调试命令，主要有以下几种：

- 监视 LDP 发现的信息

  debug mpls ldp transport

- 监视 LDP 会话活动

  debug mpls ldp session

- 监视向 LDP 邻居发送/从 LDP 邻居接收的消息

  debug mpls ldp messages

- 监视 LDP 邻居通告的地址和标签

  debug mpls ldp bindings

- 监视向 LDP 邻居通告的地址和标签

  debug mpls ldp advertisements

下面的例子监视 R1 上 LDP 发现的机制有关的事件：

```
ZXR10_R1#debug mpls ldp transport events
LDP transport events debugging is on
ZXR10_R1#
ldp: Send ldp hello; fei_1/1, scr/dst 10.10.12.1(0.0.0.0)/224.0.0.2,
intf_id 257
ldp: Rcvd ldp hello; fei_1/1, from 10.10.12.2(10.10.2.2:0), intf_id
257
ZXR10_R1#debug mpls ldp transport connections
LDP transport connection debugging is on
ZXR10_R1#
ldp: Hold timer expired for adj 0, will close adj
ldp: Closing ldp conn; 10.10.12.1:1025<-->10.10.2.2:646
ldp: Opening ldp conn; 10.10.12.1<-->10.10.2.2
ldp: Opening ldp conn; 10.10.12.1<-->10.10.2.2
ldp: ldp conn closed; 10.10.12.1:1026<-->10.10.2.2:646
ldp: ldp conn closed; 10.10.12.1:1027<-->10.10.2.2:646
ldp: Opening ldp conn; 10.10.12.1<-->10.10.2.2
ldp: ldp conn is up; 10.10.12.1:1028<-->10.10.2.2:646
ZXR10_R1#
```

17.4 MPLS 配置实例

图 17.4-1是一个简单的使用帧接口进行MPLS转发的网络。

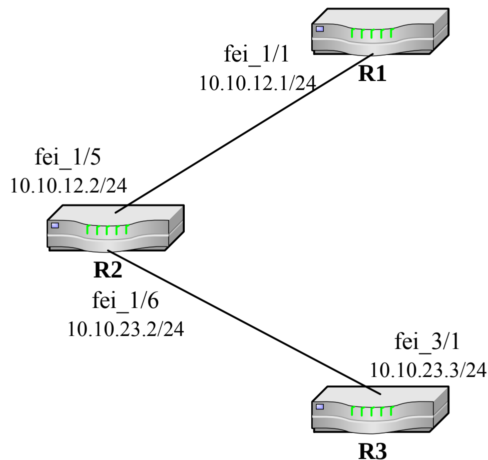


图17.4-1 MPLS 配置实例

三台路由器的基本配置任务是：

- 使能 R1 和 R2 间、R1 和 R3 间的 POS 链路上的 MPLS 逐跳转发；
- 配置 R1 和 R2 间、R1 和 R3 间的 LDP 标签分发；
- 配置 loopback 接口的 IP 地址作为 LSR 的路由器 ID。

R1 的配置：

```
ZXR10_R1(config)#mpls ip
ZXR10_R1(config)#interface Loopback1
ZXR10_R1(config-if)#ip address 10.10.1.1 255.255.255.255
ZXR10_R1(config-if)#exit
ZXR10_R1(config)#interface fei_1/1
ZXR10_R1(config-if)#ip address 10.10.12.1 255.255.255.0
ZXR10_R1(config-if)#mpls ip
ZXR10_R1(config-if)#exit
ZXR10_R1(config)#mpls ldp router-id loopback1
ZXR10_R1(config)#router ospf 1
ZXR10_R1(config-router)#network 10.0.0.0 0.255.255.255 area 0
```

R2 的配置：

```
ZXR10_R2(config)#mpls ip
ZXR10_R2(config)#interface Loopback1
ZXR10_R2(config-if)#ip address 10.10.2.2 255.255.255.255
ZXR10_R1(config-if)#exit
ZXR10_R2(config)#interface fei_1/5
ZXR10_R2(config-if)#ip address 10.10.12.2 255.255.255.0
```

```
ZXR10_R2(config-if)#mpls ip
ZXR10_R1(config-if)#exit
ZXR10_R2(config)#interface fei_1/6
ZXR10_R2(config-if)#ip address 10.10.23.2 255.255.255.0
ZXR10_R2(config-if)#mpls ip
ZXR10_R1(config-if)#exit
ZXR10_R2(config)#mpls ldp router-id loopback1
ZXR10_R2(config)#router ospf 1
ZXR10_R2(config-router)#network 10.0.0.0 0.255.255.255 area 0
```

R3 的配置：

```
ZXR10_R3(config)#mpls ip
ZXR10_R3(config)#interface Loopback1
ZXR10_R3(config-if)#ip address 10.10.3.3 255.255.255.255
ZXR10_R1(config-if)#exit
ZXR10_R3(config)#interface fei_3/1
ZXR10_R3(config-if)#ip address 10.10.23.3 255.255.255.0
ZXR10_R3(config-if)#mpls ip
ZXR10_R1(config-if)#exit
ZXR10_R3(config)#mpls ldp router-id loopback1
ZXR10_R3(config)#router ospf 1
ZXR10_R3(config-router)#network 10.0.0.0 0.255.255.255 area 0
```

在以上配置中，运行 OSPF 动态路由协议的目的是为了通告各 LSR 的 Route-id 即 Loopback 接口地址的路由。



说明：

使用 loopback 接口地址作为路由器标识，有利于保证路由器的 LDP Id 的稳定，因为 loopback 接口地址的状态是不会变的（除非手工关闭该接口）。

第18章 MPLS VPN 配置

摘要

本章介绍了 MPLS VPN 技术及在 ZXR10　T600/T1200 上的相关配置。

18.1 MPLS VPN 概述

MPLS VPN 是一种基于 MPLS 技术的 IP VPN，也就是三层 VPN，是在网络路由和交换设备上应用 MPLS 技术，简化核心路由器的路由选择方式，利用结合传统路由技术的标记交换实现的 IP 虚拟专用网络。

MPLS VPN 可用来构造宽带的 Intranet，Extranet，满足多种灵活的业务需求。

MPLS VPN 能够利用公用骨干网络强大的传输能力，降低企业内部网络的建设成本，极大地提高用户网络运营和管理的灵活性，同时能够满足用户对信息传输安全性、实时性、宽频带和方便性的需要。

在基于 IP 的网络中，MPLS 具有很多优点。

1. 降低成本

   MPLS 简化了 ATM 与 IP 的集成技术，使 L2 和 L3 技术有效地结合起来，降低了成本，保护了用户的前期投资。

2. 提高资源利用率

   由于在网内使用标签交换，用户各个点的局域网可以使用重复的 IP 地址，提高了 IP 资源利用率。

3. 提高网络速度

   由于使用标签交换，缩短了每一跳过程中地址查找的时间，减少了数据在网络传输中的时间，提高了网络速度。

4. 提高灵活性和可扩展性

   由于 MPLS 使用的是 AnyToAny 的连接，提高了网络的灵活性和可扩展性。灵活性方面，可以制订特殊的控制策略，满足不同用户的特殊需求，实现增值业务。

扩展性包括：一方面网络中可以容纳的 VPN 数目更大；另一方面，在同一 VPN 中的用户很容易扩充。

5. 方便用户

MPLS 技术将被更广泛地应用在各个运营商的网络当中，这会对企业用户建立全球的 VPN 带来极大的便利。

6. 提高安全性

采用 MPLS 作为通道机制实现透明报文传输，MPLS 的 LSP 具有与帧中继和 ATMVCC（Virtual Channel Connection，虚通道连接）类似的高可靠安全性。

7. 增强业务综合能力

网络能够提供数据、语音、视频相融合的能力。

8. MPLS 的 QoS 保证

IETF 为 BGP/MPLS VPN 制定的相关标准和草案有：

- RFC 2547，BGP/MPLS VPN
- 草案 RFC 2547bis，BGP/MPLS VPN
- RFC 2283，多协议扩展 BGP4

18.1.1 相关术语

BGP/MPLS VPN 网络系统包括以下类型的网络设备。

- PE（运营商边缘路由器）

  在运营商网络中连接客户站点中的 CE 设备的路由器。PE 路由器支持 VPN 和标记功能（标记功能可以由 RSVP，LDP 或 CR-LDP 来提供）。

  在一个单个的 VPN 内，PE 路由器之间通过隧道进行连接，这个隧道可以是 MPLS LSP 或者是 LDP 隧道。

- P（运营商路由器）

  在运营商网络核心的路由器，没有和任何客户站点中的路由器连接，但是 PE 路由器对中的隧道的一部分。运营商路由器支持 MPLS LSP 或 LDP 功能，但是不需要支持 VPN 功能。

- CE（客户边缘设备）

  客户站点中连接运营商网络的路由器或者交换机。CE 设备通常是 IP 路由器。

VPN 功能由 PE 路由器提供，P 和 CE 路由器没有特别的 VPN 配置需求。

18.1.2 VPN-IPv4 地址和路由标识符（RD）

由于三层 VPN 可能通过公用 Internet 网络连接私有网络，这些私有网络既可以使用公有地址也可以使用私有地址，当私有网络使用私有地址时，不同私有网络之间的地址可能发生重叠。

为了避免私有地址重叠，可以在网络设备中使用公有地址代替私有地址。在 RFC2547bis 中提供了解决方案，它使用存在的私有网络号生成一个明确的新地址。

这个新的地址是 VPN-IPv4 地址族的组成部分，是 MP-BGP 协议的一个 BGP 地址族。在 VPN-IPv4 地址中，有一个用于区别不同 VPN 的值，叫做路由标识符（RD）。

VPN-IPv4 地址的格式为 8 字节的路由标识符（RD）加上 4 字节的 IP 地址。路由标识符是用于区别 VPN 的 8 字节值。路由标识符（RD）由下列域组成。

- 类型域（2 字节）：决定其它 2 个域的长度

  如果类型域的值是 0，管理者（ADM）域就是 4 字节，分配号（AN）域是 2 字节。

  如果类型域的值是 1，管理者（ADM）域就是 2 字节，分配号（AN）域是 4 字节。

- 管理者（ADM）域：标识一个管理分配号

  当类型域值为 0 时，管理者域包含了一个 IPv4 地址。RFC2547bis 建议使用路由器的 IP 地址（这个地址通常被配置为路由器 ID），这个地址是公有地址。

  当类型域值为 1 时，管理者域包含了一个 AS 号。RFC2547bis 建议使用 IANA 分配的公有的 AS 号，最好是 ISP 的或者客户自己的 AS 号。

- 分配域值：由网络运营商分配的号码

  当类型域值为 0 时，分配号域是 2 字节长。

  当类型域值为 1 时，分配号域是 4 字节长。

路由标识符（RD）只用于 PE 路由器之间，用于区别不同 VPN 的 IPv4 地址。入口 PE 路由器生成了一个路由标识符（RD），并将接收到的 CE 的 IPv4 路由转化为 VPN-IPv4 地址。出口 PE 路由器，在将路由广告给 CE 路由器前，将 VPN-IPv4 路由转化为 IPv4 路由。

18.1.3 MPLS VPN 的基本工作原理

MPLS VPN 的基本工作方式是采用第三层技术，每一个 VPN 具有独自的 VPN-ID，每一个 VPN 的用户只能与自己 VPN 网络中的成员进行通信，也只有 VPN 的成员才能有权进入该 VPN。

在基于 MPLS 的 VPN 中，服务提供商为每个 VPN 分配了一个标识符，称作路由标识符（RD），这个标识符在服务提供商的网络中是独一无二的。

转发表中包括一个独一无二的地址，叫作 VPN-IP 地址，是由 RD 和用户的 IP 地址连接形成的。VPN-IP 地址在网络中是独一无二的，地址表存储在转发表中。

BGP 是一个路由信息分布协议，它利用多协议扩展和共有属性来定义 VPN 的连接性。在基于 MPLS 的 VPN 中，BGP 只对同一个 VPN 的成员发布信息，通过流量分离来提供基本的安全性。

数据是通过使用 LSP 来转发的，LSP 定义一条特定的路径，不可以被改变，这样对安全性也有保证。这种基于标签的模式可与帧中继和 ATM 一样提供保密性。服务提供商将一个特定的 VPN 与接口联系起来，数据包的转发由用于入口的标签决定。

VPN 转发表中包括与 VPN-IP 地址相对应的标签，通过这个标签将数据传送到相应地点。由于标签代替了 IP 地址，用户可以保持自己的专用地址结构，无需进行网络地址翻译（NAT）来传送数据。根据数据入口，路由器选择一个特定的 VPN 转发表，该表只包括 VPN 中有效的目的地址。

用户端的路由器（CE）首先通过静态路由、默认路由或者路由协议 RIP，OSPF，IS-IS，BGP 将用户网络中的路由信息通知给提供商路由器（PE）。

同时在 PE 之间采用扩展多协议 BGP 传送 VPN-IP 的信息以及相应的标记（VPN 的标记，以下简称为内层标记）。

而在 PE 与 P 路由器之间则采用传统的 IGP 协议相互学习路由信息，采用 LDP 协议进行路由信息与标记（骨干网络中的标记，以下称为外层标记）的绑定。

此时，CE，PE 以及 P 路由器中基本的网络拓扑以及路由信息已经形成。PE 路由器拥有了骨干网络的路由信息以及每一个 VPN 的路由信息。

当属于某一 VPN 的 CE 用户数据进入网络时，在 CE 与 PE 连接的接口上可以识别出该 CE 属于哪一个 VPN，进而到该 VPN 的路由表中去读取下一跳的地址信息。同时，在前传的数据包中打上 VPN 标记（内层标记）。这时得到的下一跳地址为与该 PE 作 Peer 的 PE 的地址。

为了达到这个目的端的 PE，此时在起始端 PE 中需读取骨干网络的路由信息，从而得到下一个 P 路由器的地址，同时在用户前传数据包中打上骨干网络中的标记（外层标记）。

在骨干网络中，初始 PE 之后的 P 均只读取外层标记的信息来决定下一跳，因此骨干网络中只是简单的标记交换。

数据包在达到目的端 PE 之前的最后一个 P 路由器时，外层标记被去掉。数据包在达到目的端 PE 后，PE 读取内层标记，在对应的 VRF 中找到下一跳 CE，并把数据包送到相关的接口上，进而将数据传送到 VPN 的 CE 网络中。

18.2 配置 MPLS VPN

MPLS/VPN 的配置主要包括如下内容。

1. 在 PE 路由器上定义一个 VPN 的名称，或者说一个 VPN 的转发表的名称

   ip vrf <*vrf-name*>

   名称长度为 1 到 16 个字符。该名称只是本地有效，在某个接口与 VPN 绑定时用到该名称。

2. 定义该 VRF 的路由标识符（RD）

   rd <*route-distinguisher*>

3. 创建与 VRF 关联的 route-target 扩展团体属性

   route-target [**import**|**export**|**both**] <*extended-community*>

4. 定义指定的接口与 VRF 关联

   ip vrf forwarding <*vrf-name*>

   如果这个接口预先配置了 IP 地址，那么原 IP 地址消失，必须重新配置。

5. 定义 VRF 路由

   PE 路由器可以定义静态路由，也可以运行动态路由协议与 CE 路由器自动交互。

（1） 静态路由的配置中需要通过 **ip route** 命令指定 VRF。

（2） 对于不同的动态路由协议，PE 上配置方法不同。目前版本支持 RIP，OSPF，IS-IS，BGP 四种协议。

- 对于 RIP 协议，需在 RIP 的 **address-family ipv4 vrf** 地址模式下，使用 **network** 命令定义与 CE 相连的接口，并执行 BGP 到 RIP 的路由重分布。

  举例如下：

```
ZXR10(config)#router rip
ZXR10(config-router)#address-family ipv4 vrf test1
ZXR10(config-router-af)#network 10.10.1.1 0.0.0.0
ZXR10(config-router-af)#redistribute connected
ZXR10(config-router-af)#redistribute bgp-int
```

- 对于 OSPF 协议，PE 上需要通过 **router ospf** 命令启动 OSPF 的 VPN 进程。

  在该进程下使用 **network** 命令定义与 CE 相连的接口，并执行 BGP 到 OSPF 的路由重分布。举例如下：

```
ZXR10(config)#router ospf 1
ZXR10(config-router)#network 10.0.0.0 0.255.255.255 area 0.0.0.0
ZXR10(config)#router ospf 2 vrf test1
ZXR10(config-router)#network 10.10.10.1 0.0.0.0 area 0.0.0.0
ZXR10(config-router)#redistribute bgp_int
```

- 对于 ISIS 协议，PE 上需要通过 **router isis** 命令启动 IS-IS 的 VPN 进程。

  在该进程下需要执行 BGP 的重分布，举例如下：

```
ZXR10(config)#router isis vrf test1
ZXR10(config-router)#system-id 2222.2222.2222
ZXR10(config-router)#area 02
ZXR10(config-router)#redistribute protocol bgp level-2
```

- 对于 BGP 协议，只需在 BGP 的 **address-family ipv4 vrf** 地址模式下，指定 CE 对等体。

  注意 PE-CE 之间运行 EBGP，双方在不同的 AS。目前版本建议使用直连地址作为建链地址。举例如下：

```
ZXR10(config)#router bgp 100
ZXR10(config-router)#neighbor 10.10.3.3 remote-as 100
ZXR10(config-router)#neighbor 10.10.3.3 update-source loopback1
ZXR10(config-router)#address-family ipv4 vrf test1
```

```
ZXR10(config-router-af)#redistribute connected
ZXR10(config-router-af)#neighbor 10.1.1.2 remote-as 200
ZXR10(config-router-af)#exit-address-family
ZXR10(config-router)#address-family vpnv4
ZXR10(config-router-af)#neighbor 10.10.3.3 activate
ZXR10(config-router-af)#exit-address-family
```

6. 配置 MPBGP 协议

PE 路由器从 CE 学习到 VRF 路由后，需要通告给其他 PE，这需要配置 MPBGP 协议。分以下四步：

（1） 在 BGP 路由配置模式下，用 **neighbor** 命令指定 PE 对等体；

（2） 进入 BGP 的进入地址配置模式

address-family vpnv4

（3） 激活 PE 对等体

neighbor activate

（4） 对于不同的 VRF，将其路由（直连、静态、OSPF、IS-IS）重分布到 MPBGP 中进行通告。

redistribute

举例如下：

```
ZXR10(config)#router bgp 100
ZXR10(config-router)#no synchronization
ZXR10(config-router)#no bgp default route-target filter
ZXR10(config-router)#no bgp default ipv4-unicast
ZXR10(config-router)#neighbor 192.168.1.250 remote-as 100
ZXR10(config-router)#neighbor    192.168.1.250    update-source
loopback1
ZXR10(config-router)#address-family ipv4 vrf t1
ZXR10(config-router-af)#redistribute connected
ZXR10(config-router-af)#redistribute isis-2
ZXR10(config-router-af)#redistribute isis-1
ZXR10(config-router-af)#exit-address-family
ZXR10(config-router)#address-family vpnv4
ZXR10(config-router-af)#neighbor 192.168.1.250 activate
ZXR10(config-router-af)#exit-address-family
```

18.3 MPLS VPN 的维护与诊断

ZXR10　T600/T1200 提供了一些察看 MPLS VPN 工作状态的命令，常见的维护命令如下。

- 检查网络连通性

  ping

  在 VPN 环境中 **ping** 的使用略有不同，下面的例子在 PE1 上 **ping** CE1 的地址，必须指定 VRF：

```
PE1#ping vrf test1 10.1.1.2
sending 5,100-byte ICMP echos to 10.1.1.2,timeout is 2 seconds.
!!!!!
Success rate is 100 percent(5/5),round-trip min/avg/max= 0/4/20 ms.
PE1#
```

- 查看 VRF 的信息

  show ip vrf

  查看 PE1 上的 VRF 信息：

```
PE1#show ip vrf
* Being deleted
   Name              Default RD          Interfaces
   test1               100:1               fei_1/2
PE1#
```

- 查看 VRF 接口状态和信息

  show ip vrf

  查看 PE1 上的 VRF 接口的状态和信息：

```
PE1#show ip vrf interfaces
interface            IP-Address     VRF           Protocol
fei_1/2              10.1.1.1       test1         up
PE1#
```

- PE 上查看 VRF 路由表，是否有正确的路由

  show ip route vrf

查看 PE1 上的 VRF 路由表：

```
PE1#show ip route vrf test1
IPv4 Routing Table:
  Dest               Mask             Gw        Interface  Owner  pri
metric
10.1.1.0    255.255.255.0    10.1.1.1     fei_1/2   direct  0   0
10.1.1.1    255.255.255.255  10.1.1.1    fei_1/2    address  0   0
100.1.1.1   255.255.255.255  10.1.1.1    fei_1/2    bgp   20    0
10.10.10.0   255.255.255.0   10.10.3.3      fei_1/1    bgp    200
4294967295
200.1.1.1    255.255.255.255   10.10.3.3     fei_1/1    bgp    200
4294967295
PE1#
```

VRF 路由表中有直连的网段，有 CE1 通告的路由，也有 PE2 通告的路由。

 **说明：**

VRF 中的路由是否能通告给其他 PE 关键看是否重分布到 MPBGP 中。

对端能否进入 VRF 还要看双方的导入/导出目标路由属性（**route-target import/export**）是否匹配。

- 查看邻居连接状态

show ip ospf neighbor

CE 的路由表是否完整取决于：PE 是否将 VRF 路由通告给 CE。确认路由是否从 MPBGP 中重分布到 PE 和 CE 之间的动态路由协议中；PE 与 CE 间协议运行是否正常；PE 间 MPBGP 连接是否处于 Established 状态。

查看 PE2 与 CE2 之间的 OSPF 邻接情况，必须指定 OSPF 进程号：

```
PE2#show ip ospf neighbor process 2
Neighbor 200.1.1.1
    In the area 0.0.0.0
    via interface fei_3/2.10 10.10.10.2
    Neighbor is DR
    State FULL, priority 1, Cost 1
    Queue count : Retransmit 0, DD 0, LS Req 0
    Dead time : 00:00:37
PE2#
```

查看 CE1 与 PE1 建立 EBGP 连接的情况：

```
CE1#show ip bgp summary
BGP router identifier 10.1.1.2, local AS number 200
BGP table version is 8, main routing table version 8
Neighbor  V    AS  MsgRcvd  MsgSent    TblVer    InQ  OutQ  Up/Down
State/PfxRcd
10.1.1.1  4  100  156     157        8    0    0   01:16:48       3
CE1#
```

查看 PE1 与 PE2 建立 IBGP 连接的情况：

```
PE1#show ip bgp summary
 Neighbor       Ver   As     MsgRcvd    MsgSend     Up/Down(s)  State
10.10.3.3          4    100         195         201        01:37:23
Established
PE1#
```

- 查看 PE 路由器上 VPN 内层标签是否正确一致

show ip protocol routing vrf

查看 PE1 路由器为 VPN 路由分配的内层标签：

```
PE1#show ip protocol routing vrf test1

Routes of vpn:
status codes: *valid, >best
    Dest           NextHop          Intag   Outtag   RtPrf  Protocol
*>    10.1.1.0/24      10.1.1.0            153        notag       0
connected
*>    10.1.1.1/32      10.1.1.1            152        notag       0
connected
*>   10.10.10.0/24  10.10.3.3        22      17         200 bgp_int
*>   100.1.1.0/24   10.1.1.2        20       notag     20  bgp_ext
*>   200.1.1.0/24   10.10.3.3       21       27        200 bgp_int
PE1#
```

对于本地 VPN 网段，Intag 值就是内层 VPN 标签；非本地的网段，Outtag 是其它 PE 通告过来的内层 VPN 标签。

查看 PE2 的 VPN 路由条目的内层标签分配：

```
PE2#show ip protocol routing vrf test1
Routes of vpn:
status codes: *valid, >best
```

```
    Dest            NextHop          Intag   Outtag  RtPrf  Protocol
 *>  10.1.1.0/24    10.10.1.1         26     153     200     bgp_int
 *>    10.10.10.0/24    10.10.10.0           17          notag     0
connected
  *  10.10.10.0/24  10.10.10.0       20      notag  110     ospf
 *>    10.10.10.1/32    10.10.10.1           16          notag     0
connected
 *>  100.1.1.0/24   10.10.1.1         23      20      200     bgp_int
 *>  200.1.1.0/24   10.10.10.2        27      notag  110     ospf
 PE2#
```

- 跟踪显示 BGP 连接收到和发出的 updates 报文，并显示报文中路由的处理情况

  debug ip bgp updates

  跟踪显示 BGP 连接收到和发出的 updates 报文和报文中路由的处理情况：

```
 ZXR10#debug ip bgp updates
 ZXR10(config)#reset ip bgp neighbor 10.10.3.3
 ZXR10(config)#
 1d4h: BGP: 100.1.1.1/32 deleted from BGP routable
 1d4h: BGP: 100.1.1.1/32 deleted from IP routable
 1d4h: BGP: 10.10.1.1/32 deleted from BGP routable
 1d4h: BGP: 10.10.1.1/32 deleted from IP routable
 ZXR10(config)#
 1d4h: BGP:  10.10.3.3 send UPDATE w/ attr: origin i as-path metric
0  localpref  254  route  target  100:1  mp  nlri  afi:1  safi:128
next-hop:10.10.1.1 nlri 0131 100:1 10.1.1.0/24
 1d4h: BGP:  10.10.3.3 rcv UPDATE w/ attr: origin i as-path metric
0  localpref  144  route  target  100:1  mp  nlri  afi:1  safi:128
next-hop:10.10.3.3  nlri  0181  100:1  100.1.1.1/32  nlri  0171  100:1
10.10.1.1/32
 ZXR10(config)#
```

- 软件复位 BGP 会话（对已经处于非 BGP 会话中止态的邻居起 enable 作用）

  reset ip bgp

- VRF TraceRoute 命令

  trace vrf <Vrf name> <Destination address> **option** <Source address> <MAX TTL>

Trace vrf 功能是在原有 trace 功能基础上所进行的完善，通过 VPN 的 VRF 来得到某目的地址的路由。

（1） trace vrf 成功，能够显示到达目的地址所经过的地址、时间及标签转换：

```
Router#trace vrf vpn1 192.1.1.2
Tracing the route to 192.1.1.1
1 10.1.1.2 [MPLS: Labels 19/21 Exp 0] 4 msec 4 msec 4 msec
2 192.1.1.4 4 msec 4 msec 4 msec
3 192.1.1.2 4 msec 4 msec 8 msec
[fineshed]
```

（2） trace vrf 不成功，则打“*”显示



说明：

从一端 CE TRACE 对端 PE 或者 CE 的时候，必须在入 PE 的上行配置此命令: **qos-map inherit exp-ipp**，否则在 P 上的一跳将不显示。

在一端 TRACE 另外一端时，对端 PE 的入接口不能配置 **ip nat outside**，否则 PE 上一跳显示将为不通。

18.4 MPLS VPN 配置实例

下面是 MPLS VPN 的一个配置实例。

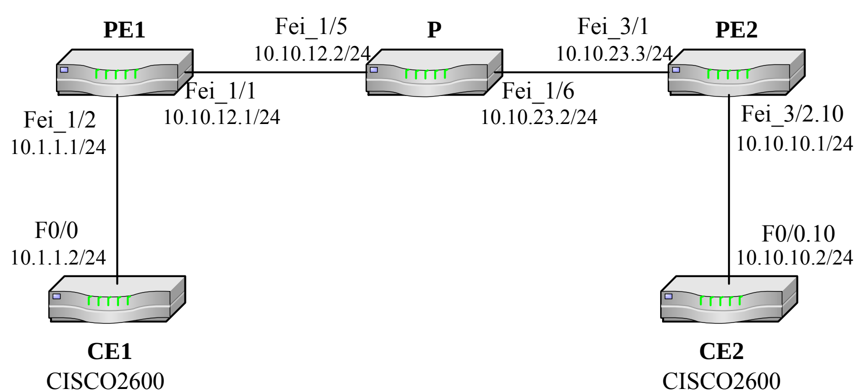


图18.4-1 MPLS VPN 配置实例

图 18.4-1中，CE1 和CE2 在同一个VPN中，CE1 的loopback地址为 100.1.1.1/24，CE2 的loopback地址为 200.1.1.1/24，要求进行适当的VPN配置，使得CE1 和CE2 能够互相学习到对端的loopback路由。

CE1 与 PE1 之间运行 BGP 协议，CE2 与 PE2 之间运行 OSPF 协议。

CE1 的配置：

```
CE1(config)#interface Loopback1
CE1(config-if)#ip address 100.1.1.1 255.255.255.0
CE1(config-if)#exit
CE1(config)#interface FastEthernet0/0
CE1(config-if)#ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
CE1(config-if)#exit
CE1(config)#router bgp 200
CE1(config-router)#network 100.1.1.0 255.255.255.0
CE1(config-router)#neighbor 10.1.1.1 remote-as 100
```

PE1 的配置：

```
PE1(config)#ip vrf test1
PE1(config-vrf)#rd 100:1
PE1(config-vrf)#route-target import 100:1
PE1(config-vrf)#route-target export 100:1
PE1(config-vrf)#exit
PE1(config)#interface loopback1
PE1(config-if)#ip address 10.10.1.1 255.255.255.255
PE1(config-if)#exit
PE1(config)#interface fei_1/1
PE1(config-if)#ip address 10.10.12.1 255.255.255.0
PE1(config-if)#mpls ip
PE1(config-if)#mpls ldp discovery transport-address interface
PE1(config-if)#exit
PE1(config)#interface fei_1/2
PE1(config-if)#ip vrf forwarding test1
PE1(config-if)#ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
PE1(config-if)#exit
PE1(config)#router ospf 1
PE1(config-router)#router-id 10.10.1.1
PE1(config-router)#network 10.0.0.0 0.255.255.255 area 0.0.0.0
PE1(config-router)#exit
PE1(config)#router bgp 100
PE1(config-router)#neighbor 10.10.3.3 remote-as 100
PE1(config-router)#neighbor 10.10.3.3 update-source loopback1
```

```
PE1(config-router)#address-family ipv4 vrf test1
PE1(config-router-af)#redistribute connected
PE1(config-router-af)#neighbor 10.1.1.2 remote-as 200
PE1(config-router-af)#exit-address-family
PE1(config-router)#address-family vpnv4
PE1(config-router-af)#neighbor 10.10.3.3 activate
PE1(config-router-af)#exit-address-family
PE1(config-router)#exit
PE1(config)#mpls ip
PE1(config)#mpls ldp router-id loopback1 force
```

CE1 与 PE1 建立了 EBGP 连接：

```
CE1#show ip bgp summary
BGP router identifier 10.1.1.2, local AS number 200
BGP table version is 8, main routing table version 8
Neighbor  V   AS  MsgRcvd  MsgSent   TblVer   InQ  OutQ  Up/Down
State/PfxRcd
10.1.1.1  4  100  156    157       8    0    0   01:16:48       3
CE1#
```

CE1 的路由表如下，其中的 2 条 BGP 路由就是 CE1 学习到的 VPN 路由：

```
CE1#show ip route
Gateway of last resort is not set
    100.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
C      100.1.1.0 is directly connected, Loopback1
B    200.1.1.0/24 [20/0] via 10.1.1.1, 00:01:17
    10.0.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
B      10.10.10.0 [20/0] via 10.1.1.1, 00:02:02
C      10.1.1.0 is directly connected, FastEthernet0/0
CE1#
```

P 的配置：

```
P(config)#interface fei_1/5
P(config-if)#ip address 10.10.12.2 255.255.255.0
P(config-if)#mpls ip
P(config-if)#mpls ldp discovery transport-address interface
P(config-if)#exit
P(config)#interface fei_1/6
P(config-if)#ip address  10.10.23.2 255.255.255.0
P(config-if)#mpls ip
P(config-if)#mpls ldp discovery transport-address interface
```

```
P(config-if)#exit
P(config)#interface loopback1
P(config-if)#ip address 10.10.2.2 255.255.255.255
P(config-if)#exit
P(config)#router ospf 1
P(config-router)#network 10.0.0.0 0.255.255.255 area 0.0.0.0
P(config-router)#exit
P(config)#mpls ip
P(config)#mpls ldp router-id loopback1 force
```

PE2 的配置，这里使用了以太网子接口与 CE2 连接：

```
PE2(config)#ip vrf test1
PE2(config-vrf)#rd 100:1
PE2(config-vrf)#route-target import 100:1
PE2(config-vrf)#route-target export 100:1
PE2(config-vrf)#exit
PE2(config)#interface loopback1
PE2(config-if)#ip address 10.10.3.3 255.255.255.255
PE2(config-if)#exit
PE2(config)#interface fei_3/1
PE2(config-if)#ip address 10.10.23.3 255.255.255.0
PE2(config-if)#mpls ip
PE2(config-if)#mpls ldp discovery transport-address interface
PE2(config-if)#exit
PE2(config)#interface fei_3/2.10
PE2(config-if)#ip vrf forwarding test1
PE2(config-if)#encapsulation dot1q 10
PE2(config-if)#ip address 10.10.10.1 255.255.255.0
PE2(config-if)#exit
PE2(config)#router ospf 1
PE2(config-router)#network 10.0.0.0 0.255.255.255 area 0.0.0.0
PE2(config-router)#exit
PE2(config)#router ospf 2 vrf test1
PE2(config-router)#network 10.10.10.1 0.0.0.0 area 0.0.0.0
PE2(config-router)#redistribute bgp_int
PE2(config-router)#exit
PE2(config)#router bgp 100
PE2(config-router)#neighbor 10.10.1.1 remote-as 100
PE2(config-router)#neighbor 10.10.1.1 update-source loopback1
PE2(config-router)#address-family ipv4 vrf test1
PE2(config-router-af)#redistribute ospf_int metric 10
PE2(config-router-af)#redistribute connected
```

```
PE2(config-router-af)#exit-address-family
PE2(config-router)#address-family vpnv4
PE2(config-router-af)#neighbor 10.10.1.1 activate
PE2(config-router-af)#exit-address-family
PE2(config-router)#exit
PE2(config)#mpls ip
PE2(config-if)#mpls ldp router-id loopback1 force
```

CE2 的配置：

```
CE2(config)#interface Loopback1
CE2(config-if)#ip address 200.1.1.1 255.255.255.0
CE2(config-if)#ip ospf network point-to-point
CE2(config-if)#exit
CE2(config)#interface FastEthernet0/0.10
CE2(config-if)#encapsulation dot1Q 10
CE2(config-if)#ip address 10.10.10.2 255.255.255.0
CE2(config-if)#exit
CE2(config)#router ospf 1
CE2(config-router)#log-adjacency-changes
CE2(config-router)#network 10.10.10.2 0.0.0.0 area 0
CE2(config-router)#network 200.1.1.1 0.0.0.0 area 0
```

CE2 的路由表，其中 2 条 OSPF 路由就是 CE2 学习到的 VPN 路由：

```
CE2#show ip route
Gateway of last resort is not set
     100.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
O   E2          100.1.1.0   [110/1]   via   10.10.10.1,   00:07:21,
FastEthernet0/0.10
C    200.1.1.0/24 is directly connected, Loopback1
     10.0.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
O E2    10.1.1.0 [110/1] via 10.10.10.1, 00:07:21, FastEthernet0/0.10
C      10.10.10.0 is directly connected, FastEthernet0/0.10
CE2#
```

18.5 MPLS VPN OSPF SHAME-LINK 配置

图 18.5-1是MPLS VPN关于shame-link的一个配置实例。

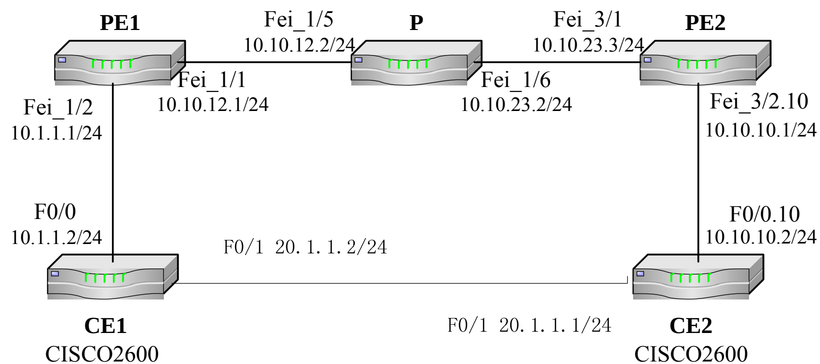


图18.5-1 MPLS VPN shame-link 配置实例

图 18.5-1中，CE1 和CE2 在同一个VPN中，CE1 的loopback地址为 100.1.1.1/24，CE2 的loopback地址为 200.1.1.1/24，要求进行适当的VPN配置，使得CE1 和CE2 能够通过PE1、PE2 间的shame-link互相学习到对端的loopback路由。

CE1 与 PE1 之间运行 ospf vrf 协议，CE2 与 PE2 之间运行 OSPF vrf 协议。

CE1 的配置：

```
CE1(config)#interface Loopback1
CE1(config-if)#ip address 100.1.1.1 255.255.255.0
CE1(config-if)#exit
CE1(config)#interface FastEthernet0/0
CE1(config-if)#ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
CE1(config-if)#exit
CE1(config)#router ospf 1
CE1(config-router)#network 10.1.1.0 0.0.0.255 area 0
CE1(config-router)#network 20.1.1.0 0.0.0.255 area 0
CE1(config-router)#network 100.1.1.1 0.0.0.0 area 0
```

PE1 的配置：

```
PE1(config)#ip vrf test1
PE1(config-vrf)#rd 100:1
PE1(config-vrf)#route-target import 100:1
PE1(config-vrf)#route-target export 100:1
PE1(config-vrf)#exit
PE1(config)#interface loopback1
PE1(config-if)#ip address 10.10.1.1 255.255.255.255
PE1(config-if)#exit
PE1(config)#interface fei_1/1
PE1(config-if)#ip address 10.10.12.1 255.255.255.0
```

```
PE1(config-if)#exit
PE1(config)#interface loopback64
PE1(config-if)#ip vrf forwarding test1
PE1(config-if)#ip add 64.64.64.1 255.255.255.255
PE1(config-if)#mpls ip
PE1(config-if)#mpls ldp discovery transport-address interface
PE1(config-if)#exit
PE1(config)#interface fei_1/2
PE1(config-if)#ip vrf forwarding test1
PE1(config-if)#ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
PE1(config-if)#exit
PE1(config)#router ospf 1
PE1(config-router)#router-id 10.10.1.1
PE1(config-router)#network 10.0.0.0 0.255.255.255 area 0.0.0.0
PE1(config-router)#exit
PE1(config)#router bgp 100
PE1(config-router)#neighbor 10.10.3.3 remote-as 100
PE1(config-router)#neighbor 10.10.3.3 update-source loopback1
PE1(config-router)#address-family ipv4 vrf test1
PE1(config-router-af)#redistribute connected
PE1(config-router-af)#redistribute ospf-int
PE1(config-router-af)#neighbor 10.1.1.2 remote-as 200
PE1(config-router-af)#exit-address-family
PE1(config-router)#address-family vpnv4
PE1(config-router-af)#neighbor 10.10.3.3 activate
PE1(config-router-af)#exit-address-family
PE1(config-router)#exit
PE1(config)#router ospf 100 vrf test1
PE1(config-router)#network 10.1.1.0 0.0.0.255 area 0
PE1(config-router)#redistribute bgp-int
PE1(config-router)#area 0 shame-link 64.64.64.1 64.64.64.2
PE1(config-router)#exit
PE1(config)#mpls ip
PE1(config)#mpls ldp router-id loopback1 force
```

P 的配置：

```
P(config)#interface fei_1/5
P(config-if)#ip address 10.10.12.2 255.255.255.0
P(config-if)#mpls ip
P(config-if)#mpls ldp discovery transport-address interface
P(config-if)#exit
P(config)#interface fei_1/6
```

```
P(config-if)#ip address  10.10.23.2 255.255.255.0
P(config-if)#mpls ip
P(config-if)#mpls ldp discovery transport-address interface
P(config-if)#exit
P(config)#interface loopback1
P(config-if)#ip address 10.10.2.2 255.255.255.255
P(config-if)#exit
P(config)#router ospf 1
P(config-router)#network 10.0.0.0 0.255.255.255 area 0.0.0.0
P(config-router)#exit
P(config)#mpls ip
P(config)#mpls ldp router-id loopback1 force
```

PE2 的配置，这里使用了以太网子接口与 CE2 连接：

```
PE2(config)#ip vrf test1
PE2(config-vrf)#rd 100:1
PE2(config-vrf)#route-target import 100:1
PE2(config-vrf)#route-target export 100:1
PE2(config-vrf)#exit
PE2(config)#interface loopback1
PE2(config-if)#ip address 10.10.3.3 255.255.255.255
PE2(config-if)#exit
PE2(config)#interface fei_3/1
PE2(config-if)#ip address 10.10.23.3 255.255.255.0
PE2(config-if)#exit
PE2(config)#interface loopback64
PE2(config-if)#ip vrf forwarding test1
PE2(config-if)#ip add 64.64.64.2 255.255.255.255
PE2(config-if)#mpls ip
PE2(config-if)#mpls ldp discovery transport-address interface
PE2(config-if)#exit
PE2(config)#interface fei_3/2.10
PE2(config-if)#ip vrf forwarding test1
PE2(config-if)#encapsulation dot1q 10
PE2(config-if)#ip address 10.10.10.1 255.255.255.0
PE2(config-if)#exit
PE2(config)#router ospf 1
PE2(config-router)#network 10.0.0.0 0.255.255.255 area 0.0.0.0
PE2(config-router)#exit
PE2(config)#router ospf 2 vrf test1
PE2(config-router)#network 10.10.10.1 0.0.0.0 area 0.0.0.0
PE2(config-router)#redistribute bgp_int
```

```
PE2(config-router)#area 0 shame-link 64.64.64.2 64.64.64.1
PE2(config-router)#exit
PE2(config)#router bgp 100
PE2(config-router)#neighbor 10.10.1.1 remote-as 100
PE2(config-router)#neighbor 10.10.1.1 update-source loopback1
PE2(config-router)#address-family ipv4 vrf test1
PE2(config-router-af)#redistribute ospf_int metric 10
PE2(config-router-af)#redistribute connected
PE2(config-router-af)#redistribute ospf-int
PE2(config-router-af)#exit-address-family
PE2(config-router)#address-family vpnv4
PE2(config-router-af)#neighbor 10.10.1.1 activate
PE2(config-router-af)#exit-address-family
PE2(config-router)#exit
PE2(config)#mpls ip
PE2(config-if)#mpls ldp router-id loopback1 force
```

CE2 的配置：

```
CE2(config)#interface Loopback1
CE2(config-if)#ip address 200.1.1.1 255.255.255.0
CE2(config-if)#ip ospf network point-to-point
CE2(config-if)#exit
CE2(config)#interface FastEthernet0/0.10
CE2(config-if)#encapsulation dot1Q 10
CE2(config-if)#ip address 10.10.10.2 255.255.255.0
CE2(config-if)#exit
CE2(config)#router ospf 1
CE2(config-router)#log-adjacency-changes
CE2(config-router)#network 10.10.10.2 0.0.0.0 area 0
CE2(config-router)#network 200.1.1.1 0.0.0.0 area 0
```

第19章 VPLS 配置

摘要

本章介绍了 VPLS 及在 ZXR10 T600/T1200 上的相关配置。

19.1 VPLS 概述

VPLS（Virtual Private LAN Service）属于二层 VPN 业务，提供一种多点对多点服务类型，主要是要求在 MPLS/IP 核心传输网络中提供以太网的仿真业务。

对于 MPLS 二层 VPN，网络运营商负责向用户提供二层的连通性，而不需参与 VPN 用户的路由计算。在提供全连接的二层 VPN 时，存在 N 方问题，每个 VPN 的 CE 到其它的 CE 都需要在 CE 与 PE 之间分配一条连接。

对 PE 设备来说，当一个 VPN 有 N 个 Site 时，CE-PE 必需有 N-1 个物理或逻辑端口连接。由于与用户的路由无关，二层 MPLS VPN 的可扩展性只与连接的 VPN 用户数目相关。

二层 VPN 可以通过 MP-BGP 扩展实现，也可以通过 LDP 扩展实现，两者草案分别为：draft-ietf-l2vpn-vpls-bgp-xx 和 draft-ietf-l2vpn-vpls-ldp-xx。

在 VPLS 的 LDP 方案中，着重解决“如何在两个 CE 之间建立 VC（Virtual Circuit）”的问题。Martini L2 VPN 采用 VC-TYPE+VC-ID 来识别 VC，其中，VC-TYPE 表明 VC 的类型为 ATM、VLAN 或 PPP，而 VC-ID 用于唯一标志一个 VC。

在同一 VC-TYPE 的所有 VC 中，VC-ID 在整个 SP 网络中具有唯一性，连接两个 CE 的 PE 通过 LDP 交换 VC 标记，并通过 VC-ID 将对应的 CE 绑定起来。

在连接两个 PE 的 LSP 建立成功，双方的标记交换和绑定完成后，一个 VC 就建立起来了，两个 CE 即可通过该 VC 传递二层数据。

为了在 PE 之间交换 VC 标记，Martini 草案对 LDP 进行了扩展，增加了 VC FEC 的 FEC 类型（128 型和 129 型）。此外，由于交换 VC 标记的两个 PE 可能不是直接相连的，因此 LDP 必须采用 Remote peer 来建立 session，并在该 session 上传递 VC FEC 和 VC 标记。

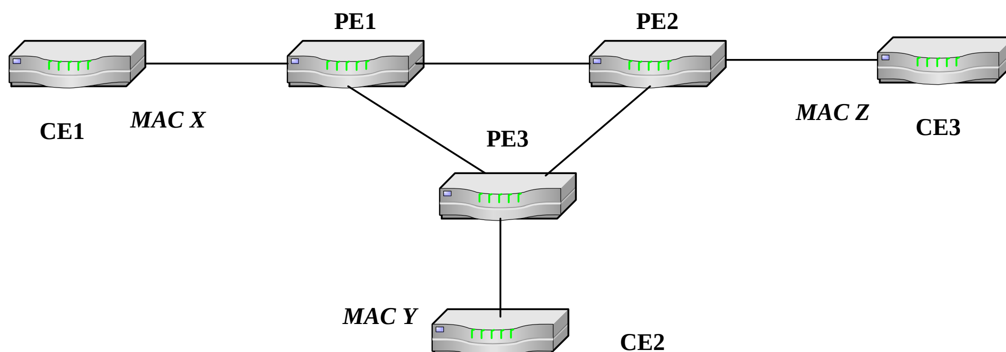


图19.1-1 VPLS 组网

如 图 19.1-1，CE1，CE2，CE3 通过MPLS骨干网相连，但从用户的角度看，它们好像是通过一个LAN网段连接在一起的。

VPLS 网络的工作过程大致如下：

首先 VPLS 要在 PE1，PE2 和 PE3 的 VPLS 实例之间建立 PW 的全连接，同一个 VPLS 域中的所有 VPLS 实例将使用相同的 VCID。

假定 PE1 为 PE2 和 PE3 分别分配 VC 标签 102 和 103，PE2 为 PE1 和 PE3 分别分配 VC 标签 201 和 203，而 PE3 为 PE1 和 PE2 分配的标签为 301 和 302。

如果 CE 后面的一个主机有一个源地址为 X，目的地址为 Y 的 MAC 帧从 PE1 发出。如果 PE1 不知道 MAC 地址 Y 所在的 PE，则将这个 MAC 帧将被加上标签 201 和 301 后，分别发给 PE2 和 PE3。

当 PE2 收到 MAC 帧以后，将根据 VC 标签 201 判断 MAC 地址 X 在 PE1 后面，从而学习到 MAC 地址 X，并将 MAC 地址 X 和 VC 标签 102（PE1 分配的）绑定。

19.2 VPLS 配置

1. 创建 VFI，进入 VFI 配置模式

   vfi *<vfi-name>*2. 配置 VFI 参数

- 配置 vcid

  vcid <*vcid*>

- 配置 pwtype 参数

  pwtype { **ethernet** | **ethernet-vlan**}

- 配置 peer 参数

  peer <*peer-ip-address*> [**spoke**] [**tunnel** <*tunnel-number*>]

3. 在接口启动 VPLS 配置

- 接口启动 VPLS

  xconnect vfi <*vfi-name*>

- 配置允许通过接口的 vlan id 的范围（仅在 Ethernet 模式下支持）

  vlan range <*range num*> <*bottom limit*> <*top limit*>

4. 配置扩展 LDP 邻居

   mpls ldp target-session

   VPLS 模块功能是在 LDP 协议基础上实现的，在非直联的 PE 间建立 PW，需要首先由非直联的 PE 之间通过 LDP 的 TARGET HELLO 方式建立 LDP 邻居，再进行 PW 标记的分发。

19.3 VPLS 的维护与诊断

为了便于维护 VPLS，ZXR10 T600/T1200 提供了如下命令：

- 查看 VFI 信息

  show vfi

- 查看 VC 的是否建立

  show mpls l2transport vc vpls

- 查看 VC 绑定信息

  show mpls l2transport binding

- 查看 MAC TABLE 信息

  show mac-table

- 监视 VPWS 的消息发送和接收

  debug mpls ldp vpwsent

- 监视 VPWS 的状态机

  debug mpls ldp vpwsfsm

- 查看 debug 信息

  debug mpls ldp l2vpn

19.4 VPLS 配置实例

如 图 19.4-1所示，要实现CE1、CE2、CE3 之间实现VPLS的l2vpn互通。

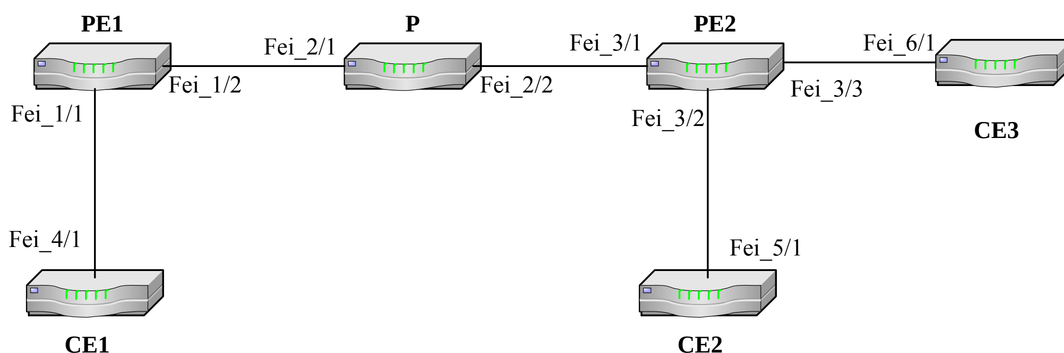


图19.4-1 VPLS 配置实例 1

配置思路如下：

1. 先创建 VFI，在 VFI 配置 vcid、pwtype、peer 等参数；
2. PE1 上 fei_1/2、P 上 fei_2/1 和 fei_2/2、PE2 上 fei_3/1 配置接口地址；
3. PE1、P、PE2 配置 loopback 地址；
4. PE1、P、PE2 上运行 IGP 协议（如 ospf），使得 PE1 和 PE2 能够互通，并且学习到对方的 loopback 接口地址路由；
5. PE1、P、PE2 上启动 mpls；即全局配置 mpls ip，并且指定 mpls ldp 的 router-id；在 PE1 上 fei_1/2、P 上 fei_2/1 和 fei_2/2、PE2 上 fei_3/1 等接口上启动 mpls ip；
6. PE1、PE2 上配置 target－session，使得 PE1 和 PE2 之间建立 ldp 邻居关系；（如果组网中没有 P，不需要此配置）
7. 在 PE1、PE2 上和 CE 连接的接口 fei_1/1、fei_3/2 和 fei_3/3 上启动 xconnect vfi vfi-name。

下面说明各设备的配置：

PE1 配置

```
PE1(config)#vfi vpls_a
PE1(config-vfi)#vcid 100
PE1(config-vfi)#pwtype Ethernet
PE1(config-vfi)#peer 1.1.1.3
PE1(config-vfi)#exit
PE1(config)#interface loopback10
PE1(config-if)#ip address  1.1.1.1 255.255.255.255
PE1(config-if)#exit
PE1(config)#interface fei_1/1
PE1(config-if)#xconnect vfi vpls_a
PE1(config-if)#exit
PE1(config)#interface fei_1/2
PE1(config-if)#ip address  175.1.1.1 255.255.255.0
PE1(config-if)#mpls ip
PE1(config-if)#exit
PE1(config)#mpls ip
PE1(config)#mpls ldp router-id loopback10 force
PE1(config)#mpls ldp target-session 1.1.1.3
PE1(config)#router ospf 1
PE1(config-router)#network 1.1.1.1 0.0.0.0 area 0.0.0.0
PE1(config-router)#network 175.1.1.0 0.0.0.255 area 0.0.0.0
```

P 配置

```
P(config)#interface loopback10
P(config-if)#ip address  1.1.1.2 255.255.255.255
P(config-if)#exit
P(config)#interface fei_2/1
P(config-if)#ip address  175.1.1.2 255.255.255.0
P(config-if)#mpls ip
P(config-if)#exit
P(config)#interface fei_2/2
P(config-if)#ip address  148.1.1.2 255.255.255.0
P(config-if)#mpls ip
P(config-if)#exit
P(config)#mpls ip
P(config)#mpls ldp router-id loopback10 force
P(config)#router ospf 1
P(config-router)#network 1.1.1.2 0.0.0.0 area 0.0.0.0
P(config-router)#network 148.1.1.0 0.0.0.255 area 0.0.0.0
```

```
P(config-router)#network 175.1.1.0 0.0.0.255 area 0.0.0.0
```

PE2 配置

```
PE2(config)#vfi vpls_a
PE2(config-vfi)#vcid 100
PE2(config-vfi)#pwtype ethernet
PE1(config-vfi)#peer 1.1.1.1
PE2(config-vfi)#exit
PE2(config)#interface loopback10
PE2(config-if)#ip address  1.1.1.3 255.255.255.255
PE2(config-if)#exit
PE2(config)#interface fei_3/1
PE2(config-if)#ip address  148.1.1.3 255.255.255.0
PE2(config-if)#mpls ip
PE2(config-if)#exit
PE2(config)#interface fei_3/2
PE2(config-if)#xconnect vfi vpls_a
PE2(config)#interface fei_3/3
PE2(config-if)#xconnect vfi vpls_a
PE2(config-if)#exit
PE2(config)#mpls ip
PE2(config)#mpls ldp router-id loopback10 force
PE2(config)#mpls ldp target-session 1.1.1.1
PE2(config)#router ospf 1
PE2(config-router)# network 1.1.1.3 0.0.0.0 area 0.0.0.0
PE2(config-router)# network 148.1.1.0 0.0.0.255 area 0.0.0.0
```

如果组网在 图 19.4-1上进一步变化，如 图 19.4-2，在P上接一台CE4，使得CE1、CE2、CE3、CE4 在同一个vfi中，这时P同时也可以配置成PE（又称为PE3）。

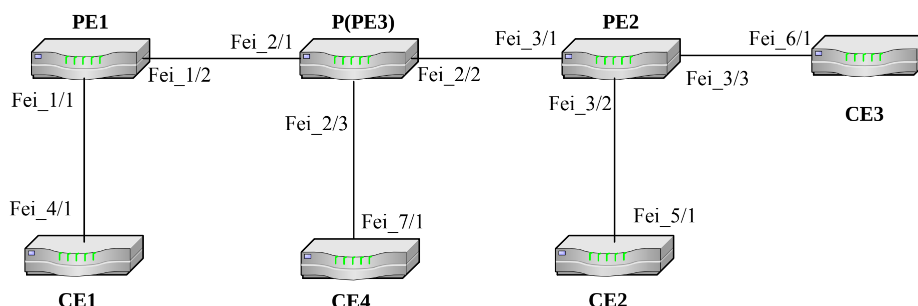


图19.4-2 VPLS 配置实例 2

需要变化的配置如下：

PE1 配置

```
PE1(config)#vfi vpls_a
PE1(config-vfi)#peer 1.1.1.2
```

P（PE3）配置

```
P(config)#vfi vpls_a
P(config-vfi)#vcid 100
P(config-vfi)#pwtype Ethernet
P(config-vfi)#peer 1.1.1.1
P(config-vfi)#peer 1.1.1.3
P(config-if)#exit
P(config)#interface fei_2/3
P(config-if)#connect vfi vpls_a
```

PE2 配置

```
PE2(config)#vfi vpls_a
PE2(config-vfi)#peer 1.1.1.2
```

图 19.4-1、图 19.4-2两种组网环境下，MPLS网络内是扁平的VPLS网络，一个VPLS实例下的各PE之间的PW是HUB PW。

如果当有新的PE加入该VPLS实例时，该PE和其它PE之间无需建立PW，如 图 19.4-3所示，PE10、PE20 只和P（图中又称为PE3）形成PW关系，和PE1、PE2不需要建立PW，这种PW类型称为SPOKE PW。

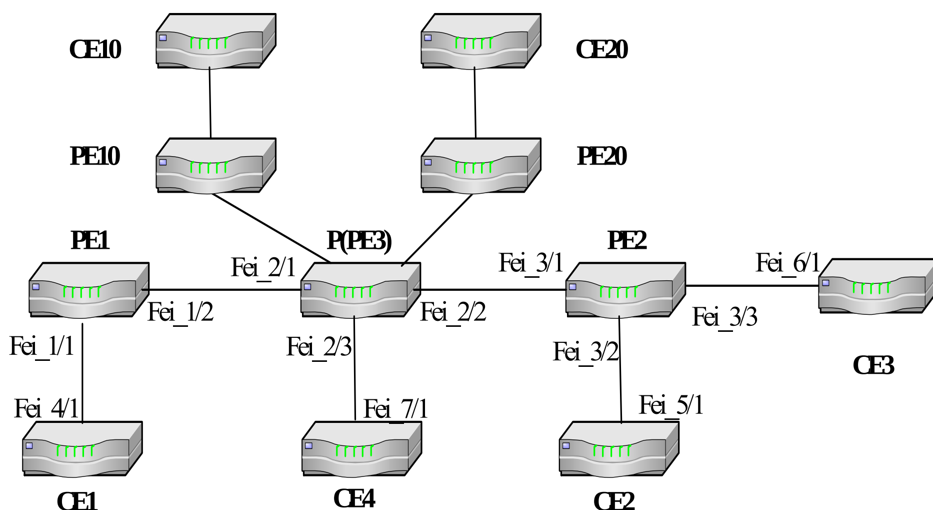


图19.4-3 VPLS 配置实例 3

需要变化的配置如下：（PE10、PE20 的 ROUTER-ID 分别是 1.1.1.10 和 1.1.1.20）

P（又称为 PE3）配置：

```
P(config)#vfi vpls_a
P(config-vfi)#peer 1.1.1.10 spoke
P(config-vfi)#peer 1.1.1.20 spoke
```

PE10 配置（其他配置省略，参考 PE1）

```
PE10(config)#vfi vpls_a
PE10(config-vfi)#peer 1.1.1.2 spoke
```

PE20 配置（其他配置省略，参考 PE1）

```
PE20(config)#vfi vpls_a
PE20(config-vfi)#peer 1.1.1.2 spoke
```

第20章 VPLS vlan-tag 配置

摘要

本章介绍了 VPLS vlan-tag 及在 ZXR10 T600/T1200 上的相关配置。

20.1 VPLS vlan-tag 概述

VPLS在VLAN接入时支持Vlan标记,Vlan-Tag的详细功能说明如 表 20.1-1所示：

表20.1-1Vlan-Tag 详细功能

<table>
<tr><th>接入侧 In 方向</th><th>PW 转发动作</th><th>Out 方向</th></tr>
<tr><td rowspan="3">接口无 vlan tag</td><td rowspan="3">不携带 vlan tag</td><td>出接口无 vlan：普通以太包</td></tr>
<tr><td>出接口一层 vlan：封装一层</td></tr>
<tr><td>出接口两层 vlan：封装两层</td></tr>
<tr><td rowspan="3">接口一层 vlan tag
(vlan 子接口的情况)</td><td rowspan="3">携带一层 vlan tag</td><td>出接口无 vlan：剥 vlan，普通以太包</td></tr>
<tr><td>出接口一层 vlan：替换 vlan</td></tr>
<tr><td>出接口两层 vlan：封装新两层</td></tr>
<tr><td rowspan="6">接口两层 vlan tag
(QinQ 接口、v-swich 的情况)</td><td rowspan="3">用双 vlan 能找到 QINQ 接口,不携带 tag</td><td>出接口无 vlan：普通以太包</td></tr>
<tr><td>出接口一层 vlan：封装一层</td></tr>
<tr><td>出接口两层 vlan：封装两层</td></tr>
<tr><td rowspan="3">用双 vlan 找不到 QINQ 子接口，用外层 tag 能找到 vlan 子接口,携带 2 层 vlan 到远端</td><td>出接口无 vlan：剥去 2 层 vlan，以普通以太包</td></tr>
<tr><td>出接口一层 vlan：替换外层 vlan</td></tr>
<tr><td>出接口两层 vlan：替换两层</td></tr>
</table>

20.2 VPLS vlan-tag 配置

在全局配置模式下启用 VPLS vlan-tag 功能：

mpls l2transport vpls transparent vlan-tag

20.3 VPLS vlan-tag 的维护和诊断

我们可在诊断模式下查看在网络侧发流时是否携带了 Vlan-Tag。

若出口上行线卡为 5 号线卡，则可通过以下命令实现：

```
L8(diag)#npc packet current 5 ma 0
Ring base addr     : 0xca000030
Buffer handle      : 0xc000c488
Buffer meta addr   : 0x80031220
Packet Size       :       564

Buffer addr       : 0x1cedda80
Buffer Size         : 564
Buffer Data are following.......(big endian)....
Address   0001 0203 0405 0607 0809 1011 1213 1415
================================================
1cedda80: 00d0 d0c5 f7c0 00d0 d0c0 0080 8847 0020
1cedda90: 11ff 0000 c00d 02f1 0000 c005 02f1 8100
1ceddaa0: 01f0 0800 4500 0210 0000 0000 403d f6a3
1ceddab0: c005 0102 c005 0101 0000 0000 0000 0000
1ceddac0: 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
1ceddad0: 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
1ceddae0: 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
1ceddaf0: 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
1ceddb00: 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
1ceddb10: 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
```

其中的 01f0 就是从入口上行 VLAN 接口中，发出的报文所携带的 Vlan 值。

第21章 VPLS-CAR 配置

摘要

本章介绍了 VPLS-CAR 及在 ZXR10　T600/T1200 上的相关配置。

21.1 VPLS-CAR 概述

VPLS-CAR 功能：对 VPLS 流量进行 QOS-CAR 限速。VPLS-CAR 对单播、广播和 Unknow 报文生效。

当前版本只支持接入侧 input 方向限速和 output 方向限速，而网络侧不支持。

关于 QOS-CAR 的功能说明，请参考《ZXR10 T600&T1200（V2.6.03）电信级高端路由器用户手册（下册）》中 QOS 配置部分。

21.2 VPLS-CAR 配置

全局配置模式下配置 VPLS-CAR 限速规则

rate-limit vpls <*vpls name*> **[input|output] [broadcast|unicast|unknown]** <*bps*> <*burst-normal*> <*burst-max*> **conform-action** <*action*> **exceed-action** <*action*>

关于 QOS-CAR 的配置说明，请参考《ZXR10 T600&T1200（V2.6.03）电信级高端路由器用户手册（下册）》中 QOS 配置部分。

第22章 VPWS 配置

摘要

本章介绍了 VPWS 及在 ZXR10　T600/T1200 上的相关配置。

22.1 VPWS 概述

VPWS（Virtual Private Wire Service）建设在 MPLS 网络的基础设施之上，在两个路由器的一对端口之间提供高速的二层透传。VPWS 主要组成部分包括：PE 路由器、标记分发协议（LDP）和 MPLS 标记交换隧道（LSPTunnel）。

PE 路由器拥有并维护与其直接相连的二层透传的链路信息。PE 路由器负责将 VPN 客户的普通数据包打上标记和去除标记，因此 PE 路由器必须是一个边缘标记交换路由器。

在两个 PE 路由器之间实现二层透传的两个端口必须是相同的类型，例如以太网、VLAN、ATMVC、帧中继 VC、HDLC 或 PPP。每一对这样的端口用一个唯一的虚拟链路标志（VCID）来表示。

在两个 PE 路由器之间要定义穿过 MPLS 网络的 LSP 隧道，LSP 隧道提供了隧道标记（TunnelLabel），在两个 PE 路由器之间透传数据。同时在两个 PE 路由器之间还要定义直接的标记分发协议进程，用来传递虚拟链路的信息，其中最关键的是通过匹配 VCID 来分发虚拟链路标记（VCLabel）。

当二层透传的端口有数据包进入 PE 路由器时，PE 路由器通过匹配 VCID 找到与之对应的隧道标记和虚拟链路标记。PE 路由器会将此数据包打上两层标记，其中外层标记为隧道标记，指示从该 PE 路由器到目的 PE 路由器的路径；内层标记为虚拟链路标记，指示在目的 PE 路由器上属于哪个 VCID 对应的路由器端口。

PE 路由器要监视各自端口上的二层协议状态，如帧中继的 LMI 或 ATM 的 ILMI。当出现故障时，通过标记分发协议进程来取消虚拟链路标记，从而断开此二层透传，避免产生单向无用数据流。

这种基于 MPLS 的二层透传方式，改变了传统的二层链路必须通过交换网络实现的限制，它从根本上形成了“一个网多种业务”的业务模式，让运营商可以在一个 MPLS 网络中同时提供二层业务和三层业务。

22.2 VPWS 配置

1. 在接口启动 VPWS 配置

   mpls xconnect <*ip-address*> <*vc-id*> [**tunnel** **<***tunnel number*>]

2. 配置扩展 LDP 邻居

   mpls ldp target-session <*ip-address*>

   VPWS 模块功能是在 LDP 协议基础上实现的，在非直联的 PE 间建立 PW，需要首先由非直联的 PE 之间通过 LDP 的 TARGET HELLO 方式建立 LDP 邻居，再进行 PW 标记的分发。

22.3 VPWS 的维护与诊断

为了便于维护 VPWS，ZXR10 T600/T1200 提供了如下命令：

- 查看 VC 的是否建立

  show mpls l2transport vc

- 查看 VC 绑定信息

  show mpls l2transport binding

- 监视 VPWS 的消息发送和接收

  debug mpls ldp vpwsent

- 监视 VPWS 的状态机

  debug mpls ldp vpwsfsm

- 查看 debug 信息

  debug mpls ldp l2vpn

22.4 VPWS 配置实例

如 图 22.4-1所示，要实现CE1 和CE2 之间通过VC交互。

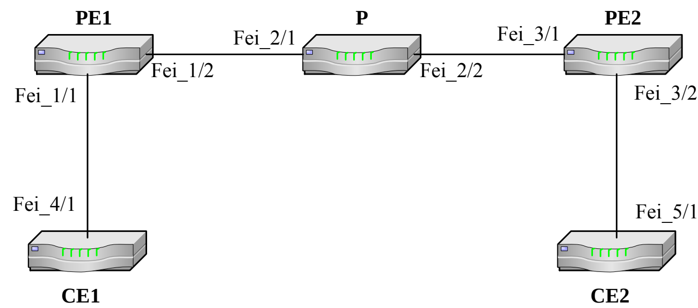


图22.4-1 VPWS 配置实例

配置的思路如下：

1. PE1 上 fei_1/2、P 上 fei_2/1 和 fei_2/2、PE2 上 fei_3/1 配置接口地址；
2. PE1、P、PE2 配置 loopback 地址；
3. PE1、P、PE2 上运行 IGP 协议（如 OSPF），使得 PE1 和 PE2 能够互通，并且学习到对方的 loopback 接口地址路由；
4. PE1、P、PE2 上启动 MPLS；并且指定 mpls ldp 的 router-id；在 PE1 上 fei_1/2、P 上 fei_2/1 和 fei_2/2、PE2 上 fei_3/1 等接口上启动 mpls ip；
5. PE1、PE2 上配置 target－session，使得 PE1 和 PE2 之间建立 ldp 邻居关系；（如果组网中没有 P，不需要此配置）；
6. 在 PE1、PE2 上和 CE 连接的接口 fei_1/1、fei_3/2 上启动 mpls xconnect。

下面说明各设备的配置：

PE1 配置

```
PE1(config)#vfi vpls_a
PE1(config-vfi)#vcid 100
PE1(config-vfi)#pwtype Ethernet
PE1(config-vfi)#peer 1.1.1.3
PE1(config-vfi)#exit
PE1(config)#interface loopback10
PE1(config-if)#ip address  1.1.1.1 255.255.255.255
PE1(config-if)#exit
PE1(config)#interface fei_1/1
PE1(config-if)#xconnect vfi vpls_a
PE1(config-if)#exit
PE1(config)#interface fei_1/2
PE1(config-if)#ip address  175.1.1.1 255.255.255.0
```

```
PE1(config-if)#mpls ip
PE1(config-if)#exit
PE1(config)#mpls ip
PE1(config)#mpls ldp router-id loopback10 force
PE1(config)#mpls ldp target-session 1.1.1.3
PE1(config)#router ospf 1
PE1(config-router)#network 1.1.1.1 0.0.0.0 area 0.0.0.0
PE1(config-router)#network 175.1.1.0 0.0.0.255 area 0.0.0.0
```

P 配置

```
P(config)#interface loopback10
P(config-if)#ip address  1.1.1.2 255.255.255.255
P(config-if)#exit
P(config)#interface fei_2/1
P(config-if)#ip address  175.1.1.2 255.255.255.0
P(config-if)#mpls ip
P(config-if)#exit
P(config)#interface fei_2/2
P(config-if)#ip address  148.1.1.2 255.255.255.0
P(config-if)#mpls ip
P(config-if)#exit
P(config)#mpls ip
P(config)#mpls ldp router-id loopback10 force
P(config)#router ospf 1
P(config-router)#network 1.1.1.2 0.0.0.0 area 0.0.0.0
P(config-router)#network 148.1.1.0 0.0.0.255 area 0.0.0.0
P(config-router)#network 175.1.1.0 0.0.0.255 area 0.0.0.0
```

PE2 配置

```
PE2(config)#vfi vpls_a
PE2(config-vfi)#vcid 100
PE2(config-vfi)#pwtype ethernet
PE1(config-vfi)#peer 1.1.1.1
PE2(config-vfi)#exit
PE2(config)#interface loopback10
PE2(config-if)#ip address  1.1.1.3 255.255.255.255
PE2(config-if)#exit
PE2(config)#interface fei_3/1
PE2(config-if)#ip address  148.1.1.3 255.255.255.0
PE2(config-if)#mpls ip
PE2(config-if)#exit
PE2(config)#interface fei_3/2
```

```
PE2(config-if)#xconnect vfi vpls_a
PE2(config)#interface fei_3/3
PE2(config-if)#xconnect vfi vpls_a
PE2(config-if)#exit
PE2(config)#mpls ip
PE2(config)#mpls ldp router-id loopback10 force
PE2(config)#mpls ldp target-session 1.1.1.1
PE2(config)#router ospf 1
PE2(config-router)#network 1.1.1.3 0.0.0.0 area 0.0.0.0
PE2(config-router)#network 148.1.1.0 0.0.0.255 area 0.0.0.0
```

第23章 CLI 权限分级配置

摘要

本章介绍了 CLI 权限分级在 ZXR10　T600/T1200 上的相关配置。

23.1 CLI 权限分级概述

CLI（Command Line Interpretation）命令行解析系统，可以针对不同的用户绑定不同的权限等级，从而控制用户使用命令的权限。权限等级越低，可用命令越少；等级越高，可用命令越多；有用最高权限等级的用户（即管理员）能给不同的命令设置不同权限等级，从而完全实现了对命令权限的自定义配置。

CLI 权限分级功能相当于对命令节点和用户分别对应一个权限等级。机架启动后，每个命令节点都有一个缺省的权限等级，管理员通过配置命令可以修改权限等级。

当用户调用命令时，系统通过查看用户对应的权限等级，从而判断用户是否有权限调用该命令。

- 命令节点对应的权限等级。管理员可配置命令所对应的权限等级，示例如 表 23.1-1所示：

表23.1-1　示例表 1

命令节点	权限等级
命令 1	6
命令 2	1
命令 3	12
命令 4	3
命令 n	15



说明：

隐含命令的等级为 15 级，为系统默认，不显示，不允许修改权限级别。

- 用户对应的权限级别（Telnet用户登录认证成功后，也就是链接终端的权限级别维护）。管理员可配置用户所对应的权限等级，示例如 表 23.1-2所示：

表23.1-2　示例表 2

命令节点	权限等级
用户 1	7
用户 2	1
用户 3	2
用户 4	2
用户 n	3
管理员 1	15
管理员 2	15

命令显示和执行的条件是：当用户（终端）的权限等级大于等于命令节点的权限等级时，在该终端上就可以显示并执行此命令。

用户可通过 enable 和 disable 命令直接进入不同的权限等级，实时改变当前操作终端的权限等级；

23.2 CLI 权限分级基本配置

- 降低当前权限等级，并从特权模式退到用户模式

  disable [<0-15>]

- 提高并进入当前权限等级

  enable [<0-15>]



说明：

需要输入各个权限等级的口令，口令在输入时不在屏幕上回显，且区分大小写；如果还没有配置口令，不允许进入该权限等级。默认等级为 15。

- 设置登录各级权限的密码

  enable secret 0 <*password*>和 **enable secret**<*password*>的效果一样，都是输入未经加密的密码；使用 **enable secret 5** <*password*>命令设置密码，只有当<*password*>的长度为 24 时，才表示配置的是加密过的权限密码，其他长度非 24 的情况，仍然认为是未加密的密码。

  enable secret [level <1-15>] {**0** <*password*>|**5** <*password*>|<*password*>}

- 配置 Telnet 登录用户的用户名、密码和权限等级。默认权限等级为 1。

  username <*username*> **password** <*password*> [privilege <0-15>]

- 配置命令的权限等级

  privilege <*logic-mode*> [all] **level** <*0-15*> <command-keywords>

23.3 CLI 权限分级的维护与诊断

通过命令可以显示当前终端的权限级别及命令的权限配置信息。

show privilege [{**detail** | **level** <*0-15*> | **node** <command-keywords>}]

23.4 CLI 权限分级配置实例

在下面的例子中，举例配置了权限等级密码、telnet 用户权限等级和命令权限等级的具体应用。

```
ZXR10>enable 15
Password:
//以管理员身份登陆路由器

ZXR10#configure terminal
ZXR10(config)#enable secret level 15 0 ZXR10
//设定权限等级为 15（即管理员）的密码为 ZXR10

ZXR10(config)#enable secret level 6 0 ZTE123
//设定权限等级为 6 的密码为 ZTE123

ZXR10(config)#username zte password zte privilege 6
//设定 telnet 用户名为 zte，密码为 zte 的用户，权限等级为 6。当用户名 zte
登陆路由器时，进入的权限等级直接为 6。

ZXR10(config)#privilege exec all level 7 write
//将 EXEC 模式下（即特权模式）所有以 write 打头的命令的权限等级置为 7

ZXR10(config)#exit
ZXR10#disable 1
ZXR10>
//把当前的权限等级降低为 1

ZXR10>enable 6
```

```
Password:
//以权限等级为 6 的身份登陆路由器
```

附录A 缩略语

缩写	英文全称	中文全称
ABR	Area Border Router	区域边界路由器
ACL	Access Control List	访问控制列表
AD	Administrative Distance	管理距离
API	Application Programming Interface	应用程序接口
ARP	Address ResolutionProtocol	地址解析协议
AS	Autonomous System	自治系统
ASBR	Autonomous System Border Router	自治系统边界路由器
ASN	Abstract Syntax Notation	抽象语法标识
ATM	Asynchronous Transfer Mode	异步传输模式
BGP	Border Gateway Protocol	边界网关协议
BOOTP	BOOTstrap Protocol	引导程序协议
BDR	Backup Designate Router	备用指定路由器
CAR	Committed Access Rate	承诺访问速率
CBWFQ	Class Based Weighted Fair Queueing	基于类的加权公平队列
CHAP	Challenge Handshake Authentication Protocol	Challenge 握手鉴别协议
CIDR	Classless Inter-Domain Routing	无类别域间路由
CLNP	ConnectionLess Network Protocol	无连接网络协议
CLNS	ConnectionLess Network Sevice	无连接网络服务
CLI	Command Line Interpretation	命令行解析
COS	Class of Service	服务类别
CRC	Cyclic Redundancy Check	循环冗余校验
CRLDP	Constraint based Routing Label Distribution Protocol	受限的标记分布协议
CSN	Cryptographic Sequence Number	密码序列号
CSU	Channel Service Unit	信道服务单元
DDN	Digit Data Network	数字数据网络
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol	动态主机配置协议
DIS	Designate IS	指定 IS 路由器
DNS	Domain Name System	域名系统
DR	Designate Router	指定路由器
DSU	Data Service Unit	数据服务单元
EBGP	External Border Gateway Protocol	外部边界网关协议
EGP	External Gateway Protocol	外部网关协议
ES	End System	末端系统

缩写	英文全称	中文全称
FDDI	Fiber Distributed Data Interface	光纤分布式数据接口
FEC	Forwarding Equivalence Class	转发等价类
FIFO	First In and First Out	先进先出
FPGA	Field Programmable Gate Array	现场可编程门阵列
FRR	Fast Rerouting	快速重路由
FSM	Finite State Machine	有限状态机
FTP	File Transfer Protocol	文件传输协议
GBIC	Gigabit Interface Converter	千兆位接口转换器
GRE	General Routing Encapsulation	通用路由封装
ICMP	Internet Control Message Protocol	Internet 控制报文协议
IETF	Internet Engineering Task Force	Internet 工程任务组
IGMP	Internet Group Management Protocol	Internet 组管理协议
IGP	Interior Gateway Protocol	内部网关协议
IP	Internet Protocol	网际协议
ISO	International Organization for Standardization	国际标准化组织
ISP	Internet Service Provider	Internet 服务提供商
LAN	Local Area Network	局域网
LAPB	Link Access Procedure Balanced	平衡型链路访问规程
LCP	Link Control Protocol	链路控制协议
LDP	Label Distribution Protocol	标记分布协议
LFAP	Light-weight Flow Accounting Protocol	轻重流计费协议
LLC	Logical Link Control	逻辑链路控制
LLQ	Low Latency Queueing	低延迟队列
LSA	Link State Advertisement	链接状态通告
LSP	Link State PDU	链接状态 PDU
LSR	Label Switch Router	标签交换路由器
MAC	Media Access Control	介质访问控制
MD5	Message Digest 5	信息摘要 5
MED	MULTI_EXIT_DISC	多出口鉴别
MIB	Management Information Base	管理信息库
MPLS	Multi-Protocol Label Switching	多协议标记交换
MTU	Maximum Transmission Unit	最大传输单元
NAT	Network Address Translation	网络地址转换
NBMA	Non-Broadcast Multiple Access	非广播多路访问
NCP	Network Control Protocol	网络控制协议
NIC	Network Information Center	网络信息中心
NLRI	Network Layer Reachable Information	网络层可达信息
NMS	Network Management System	网络管理系统

缩写	英文全称	中文全称
NSAP	Network Service Access Point	网络服务访问点
NSP	Network Service Provider	网络服务提供商
NTP	Network Time Protocol	网络时间协议
NVT	Network Virtual Terminal	网络虚拟终端
OAM	Operation And Management	操作与管理
OID	Object ID	对象标识符
OSI	Open Systems Interconnection	开放系统互连
OSPF	Open Shortest Path First	开放最短路径优先
P	Provider Router	骨干网核心路由器
PAP	Password Authentication Protocol	密码鉴别协议
PAT	Port Address Translation	端口地址转换
PCB	Process Control Block	进程控制块
PCM	Pulse Code Modulation	脉冲编码调制
PDU	Protocol Data Unit	协议数据单元
PE	Provider Edge device	骨干网边缘路由器
POS	Packet over SDH	包在 SDH 上传输
PPP	Point-to-Point Protocol	点对点协议
PQ	Priority Queueing	优先队列
PSNP	Partial Sequence Num PDU	部分序列号 PDU
PRT	Process Registry Table	进程登记表
QOS	Quality of Service	服务质量
RARP	Reverse Address Resolution Protocol	逆地址解析协议
RADIUS	Remote Authentication Dial In User Service	远程认证拨入用户服务
RFC	Request For Comments	Internet 的文档
RIP	Routing Information Protocol	路由信息协议
RLE	Route lookup engine	路由查找引擎
RMON	Remote Monitoring	远程监控
ROS	Router Operation System	路由器操作系统
RSVP	Resource Reservation Protocol	资源预留协议
SDH	Synchronous Digital Hierarchy	同步数字系列
SDLC	Synchronous Data Link Control	同步数据链路控制
SMP	Security Main Processor	主处理器板
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol	简单邮件传送协议
SNMP	Simple Network Management Protocol	简单网络管理协议
SNP	Sequence Num PDU	序列号 PDU
SPF	Shortest Path First	最短路径优先
TCP	Transmission Control Protocol	传输控制协议
TFTP	Trivial File Transfer Protocol	简单文件传送协议
TOS	Type Of Service	服务类型

缩写	英文全称	中文全称
TELNET	Telecommunication Network Protocol	远程登录协议
TTL	Time To Live	生存时间
UDP	User Datagram Protocol	用户数据报协议
VLSM	Variable Length Subnet Mask	可变长子网掩码
VPN	Virtual Private Network	虚拟专用网
VRF	Virtual Routing Forwarding	虚拟路由转发
VRRP	Virtual Router Redundancy Protocol	虚拟路由器冗余协议
WAN	Wide Area Network	广域网
WFQ	Weighted Fair Queueing	加权公平队列
WRED	Weighted Random Early Detection	加权随机早期检测
WWW	World Wide Web	万维网